I DUE PRIMI SECOLI DELLA ACCADEMIA DELLE SCIENZE DI TORINO

TORINO
ACCADEMIA DELLE SCIENZE
1985

I DUE PRIMI SECOLI DELLA ACCADEMIA DELLE SCIENZE DI TORINO

L'ACCADEMIA DELLE SCIENZE E IL SUO CONTRIBUTO ALLO SVILUPPO DEL PENSIERO E DEL PROGRESSO SCIENTIFICO

ATTI DEL CONVEGNO
10-12 NOVEMBRE 1983

TORINO

Supplemento al volume 121 (1987) degli
« Atti della Accademia delle Scienze di Torino - Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali »

Questo volume è stato stampato con un contributo
generosamente erogato dal Rotary Club di Torino.

Copertina:

I fondatori della Società Privata Torinese, nucleo iniziale dell'Accademia delle Scienze di Torino: Giovanni Francesco Cigna, Giuseppe Angelo Saluzzo di Monesiglio, Luigi Lagrange. Foto di Roberto Bianco.

Ultima pagina di copertina:

Veritas et Utilitas, *motto scelto dai soci dell'Accademia delle Scienze di Torino nella seduta del 30 novembre 1783.* Foto di Piero Chomon.

Interno della copertina:

Il salone dell'Accademia delle Scienze di Torino, precedentemente usato come teatro dal Collegio dei Nobili. Foto di Piero Chomon.

Interno dell'ultima pagina di copertina:

Mappamondi terrestre e celeste, eseguiti da Vincenzo Coronelli rispettivamente nel 1688 e nel 1693 e donati all'Accademia da Tommaso Valperga di Caluso nel 1799. Foto di Pier Giorgio Sclarandis.

INDICE

Comitato d'Onore . . . . p. 1

Saluto del Presidente dell'Accademia Prof. SILVIO ROMANO . . » 3

Saluto del Presidente dell'Accademia Nazionale dei Lincei Prof. GIUSEPPE MONTALENTI . . . . » 7

Saluto del rappresentante dell'Académie des Sciences di Tolosa Prof. HENRY MASCART . . . . » 9

Relazioni

TULLIO VIOLA, Il contributo dell'Accademia ai progressi dell'analisi matematica . . . . » 11

FRANCO FAVA, Il contributo dell'Accademia allo sviluppo della geometria . . . . » 47

MARIO MILONE, Il contributo dell'Accademia allo sviluppo della chimica . . . . » 65

DIONIGI GALLETTO, Il contributo dell'Accademia allo sviluppo della fisica matematica e della fisica in generale . . . . » 77

GIOVANNI JARRE, Il contributo dell'Accademia allo sviluppo delle scienze tecniche . . . . » 93

ANTONIO CARRER, L'elettrotecnica nel Bicentenario dell'Accademia delle Scienze di Torino . . . . » 103

ROSALINO SACCHI, Il contributo dell'Accademia allo sviluppo delle scienze geologiche. (Con una appendice sul contributo dei paleontologi, a cura di Giulio Pavia e Pierangelo Clari) . . . » 125

GERMANO RIGAULT, Il contributo dell'Accademia allo sviluppo delle scienze mineralogiche . . . . » 135

VALDO MAZZI, Il contributo dell'Accademia allo sviluppo delle scienze biologiche animali . . . . » 145

ARTURO CERUTI, Contributo dell'Accademia all'avanzamento della biologia vegetale . . . . » 157

CELEBRAZIONI DEL BICENTENARIO
DELLA ACCADEMIA DELLE SCIENZE DI TORINO

sotto l'Alto Patronato del Presidente della Repubblica

COMITATO D'ONORE

On. Dott. ANTONINO GULLOTTI, *Ministro per i Beni Culturali e Ambientali*

On. Sen. Prof. FRANCA FALCUCCI, *Ministro della Pubblica Istruzione*

On. Sen. LUIGI GRANELLI, *Ministro per la Ricerca Scientifica*

On. Avv. NICOLA VERNOLA, già *Ministro per i Beni Culturali e Ambientali*

On. Prof. PIER LUIGI ROMITA, già *Ministro per la Ricerca Scientifica*

Avv. ALDO VIGLIONE, *Presidente della Regione Piemonte*

Dott. EUGENIO MACCARI, *Presidente della Provincia di Torino*

Sig. DIEGO NOVELLI, *Sindaco di Torino*

Prof. GIORGIO CAVALLO, *Rettore dell'Università di Torino*

Prof. LELIO STRAGIOTTI, *Rettore del Politecnico di Torino*

Prof. GIUSEPPE MONTALENTI, *Presidente della Accademia Nazionale dei Lincei*

Prof. CARLOS CHAGAS, *Presidente della Pontificia Accademia delle Scienze*

Prof. JEAN BERNARD, *Presidente della Académie des Sciences di Parigi*

Prof. W. SCHELER, *Presidente della Akademie der Wissenschaften der DDR*

SALUTO
DEL PRESIDENTE PROF. SILVIO ROMANO

Alle Autorità, che con piacere vedo in questa sala, mi è gradito rivolgere un deferente saluto: la loro presenza conferisce alla nostra riunione il miglior prestigio e la più alta solennità.

Un sentito ringraziamento rivolgo ai rappresentanti di illustri Accademie qui affluiti: vi sono infatti il Presidente dell'Accademia Nazionale dei Lincei, il Vice Presidente dell'Istituto Lombardo, il Presidente dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna e rappresentanti dell'Istituto Veneto, dell'Accademia di Agricoltura di Torino e della Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres di Tolosa; ringrazio ancora i Presidenti della Académie des Sciences di Parigi, della Akademie der Wissenschaften der DDR e della Pontificia Accademia delle Scienze per la loro calda adesione.

Agli illustri studiosi che sono qui convenuti esprimo il vivo compiacimento e la riconoscenza più sincera: i loro nomi ed i titoli delle loro relazioni e comunicazioni sono una garanzia dei frutti e delle ripercussioni scientifiche del Convegno.

A tutti coloro che partecipano alla celebrazione odierna, il cordiale benvenuto cui si accompagna l'augurio che le nostre dissertazioni e le nostre discussioni possano dare loro l'idea esatta di che cosa ha rappresentato questa istituzione nei suoi due secoli di vita.

Mentre si inizia il terzo secolo di attività dell'Accademia, il pensiero corre al 1757, anno in cui Torino vide nascere una Privata Società Scientifica, fondata da tre giovanissimi studiosi di grande ingegno: il conte Angelo Saluzzo di Monesiglio prestante cultore degli studi chimici, il matematico torinese Luigi Lagrange, e il medico Giovanni Francesco Cigna poi diventato professore di anatomia nella Università. La Società si propose come scopo studi e ricerche nel campo delle matematiche e delle scienze naturali prese nel loro più ampio significato; teneva le sue riunioni nella casa del conte Saluzzo ed a meno di due anni dalla fondazione pubblicava il suo primo volume dal titolo *Miscellanea philosophico-mathematica societatis privatae taurinensis.* Il singolare favore col quale questo primo saggio venne accolto e la notorietà acquistata dalla Società, che a mano a mano si arricchiva di nomi che testimoniavano la vitalità della cultura piemontese, indussero il principe ereditario

Vittorio Amedeo a farle ottenere dal Re Carlo Emanuele III il titolo di « Società Reale ». Torino, ponte naturale fra l'Italia e il resto dell'Europa occidentale, città dove la lingua francese era di casa quanto quella italiana, capitale di uno Stato che si estendeva di qua e di là dalle Alpi, costituiva allora un centro in cui la circolazione delle idee era fortemente internazionale. Accanto ad un eletto stuolo di Subalpini animati dal culto della scienza, della Società entrarono a far parte insigni matematici stranieri quali l'Eulero, il D'Alembert, il Laplace, il Monge, il Condorcet e il celebre botanico anatomista Albert Haller: così essa partecipava attivamente al movimento culturale che si era allargato e diffuso in Europa ed in America. Voglio a questo proposito, sottolineare che fra il 1759 e il 1783 la Reale Società pubblicava quattro nuovi volumi dal titolo *Mélanges de philosophie et de mathematique*, frutto di una collaborazione internazionale, e che tutto ciò che in questi *Mélanges* riguardava la fisica e la storia naturale veniva inserito nel vol. XIII, dedicato ai lavori scientifici stranieri, della « Collection académique concernante l'histoire naturelle, la phisique expérimentale, la chimie, l'anatomie etc. », che allora si pubblicava a Parigi. Nel medesimo tempo la nascente Società di Filadelfia invitava la Società torinese ad una corrispondenza scientifica e ad una collaborazione. In considerazione di questi progressi Re Vittorio Amedeo III, con regie patenti 25 luglio 1783, conferì alla Società il titolo di « Reale Accademia delle Scienze », le assegnò un'annua provvigione, ne approvò i Regolamenti e poco dopo le destinò una degna sede, l'attuale, dove essa potesse tenere le sue adunanze: così, la benevolenza di Sua Maestà aveva collocato l'Accademia eminentemente laica in questo edificio costruito dal Guarini circa un secolo prima, nel 1679, per ospitarvi il « Collegio dei Nobili », una scuola a gestione gesuita: iniziativa non realizzata per la disgrazia in cui l'Ordine era caduto nello Stato sabaudo.

Quest'anno ricorre, pertanto il 200° anniversario della fondazione ufficiale della nostra Accademia. Il Convegno che ci vede oggi qui riuniti è la prima delle manifestazioni in cui si articola la celebrazione del bicentenario, celebrazione alla quale il Presidente della Repubblica ha concesso il Suo alto patronato. Nella prima parte di questo Convegno, dedicata alla « Realtà accademica piemontese dal Settecento allo Stato unitario », studiosi italiani ed anche un noto esperto francese, Daniel Roche, inquadreranno l'attività dell'Accademia nel suo contesto storico e ne metteranno in luce i rapporti con altre istituzioni culturali. Nella seconda parte, intitolata « L'Accademia delle scienze e il suo contributo allo sviluppo del pensiero e del progresso scientifico », sarà illustrata l'attività dei soci che hanno maggiormente contribuito allo sviluppo della matematica, della fisica, della meccanica, delle scienze biologiche e dell'economia.

Fra le pareti rivestite di libri di questo salone ce n'è una nella quale domina il grande ritratto di Vittorio Amedeo III: così i varii oratori parleranno sotto lo sguardo di colui che, prima, come principe ereditario, era stato il protettore della Reale Società, poi, come monarca, il fondatore dell'Accademia. Accademia che egli, pur non essendo precisamente quello che si dice un progressista, aveva voluto perché l'aveva intuita al passo con i tempi; al passo, cioè, con i tempi dell'illuminismo, con « le siècle des lumières », che con esatte nozioni tecniche e scientifiche combatté il dogmatismo e l'oscurantismo filosofico e religioso, esaltò l'eccellenza della ragione, propugnò un profondo rinnovamento della Società europea.

Le relazioni e le comunicazioni che ascolteremo saranno raccolte e pubblicate in un apposito volume. Desidero ringraziare il Ministero dei beni culturali per il generoso contributo.

È in corso la preparazione di una mostra del bicentenario, che speriamo di potere tenere nei locali dell'ex Museo di antichità in questo stesso palazzo: la mostra intende illustrare al grande pubblico, e non soltanto agli specialisti, che cosa è stata l'Accademia nei suoi due secoli di vita e quali sono stati i principali contributi che essa ha dato allo sviluppo delle scienze. Il carattere della mostra sarà storico, in modo da evidenziare le origini dell'Accademia dalla famosa *Societas privata taurinensis* del 1757 ed i mutamenti avvenuti ad es. nel periodo napoleonico.

Le figure e le attività dei principali soci saranno illustrati con strumenti scientifici, reperti archeologici, fotografie, manoscritti e pubblicazioni. Numerosi soci e loro collaboratori hanno raccolto, non solo nella nostra biblioteca, ma anche presso altri istituti di Torino e di altre città, il materiale da esporre: lo hanno schedato e lo hanno trasmesso ad un apposito comitato esecutivo, che collaborerà con un architetto designato dal Comune di Torino per l'allestimento della mostra. Senza l'aiuto finanziario e organizzativo della Regione Piemonte, della Provincia e della Città di Torino, la mostra sarebbe un sogno: desidero, pertanto, rinnovare in questa sede i miei ringraziamenti a tali enti e, in particolare, ai rispettivi Assessori alla cultura ing. Giovanni Ferrero, arch. Pier Carlo Longo e prof. Giorgio Balmas.

Per celebrare il bicentenario, infine, è prevista la pubblicazione di un volume analogo a quello curato da Giuseppe Manno nel 1883, intitolato *Il primo secolo della reale accademia delle scienze di Torino*. Nel volume sarà riassunta l'attività dell'Accademia negli ultimi cento anni: dopo una notizia storica che, tra l'altro, dovrebbe mettere in luce la situazione del nostro ente durante il periodo fascista, ci sarà una parte dedicata alle disposizioni legislative e regolamentari; seguiranno un elenco dei soci ed un elenco dei varii premi e dei loro vincitori. La sezione più ampia del volume sarà l'ultima: un reperto-

rio delle pubblicazioni, che contenga sia gli indici per volumi, sia un indice generale alfabetico ed analitico.

La nostra Accademia, traversato il diciottesimo secolo illuminista ed il diciannovesimo secolo risorgimentale, mentre ci avviamo verso la fine di questo ventesimo secolo, è ancora viva e vitale. Nata in un periodo, come ho detto, in cui la circolazione delle idee era fortemente internazionale, essa affronta di nuovo un periodo analogo ed è in grado di mantenere quell'ampio respiro che le proviene dalla universalità del sapere e dalla possibilità di intese, scambi, collaborazione con altri istituti similari, grandi e piccoli, italiani e stranieri. In questo spirito, essa promuove ricerche ad alto livello, istituisce premi nazionali ed internazionali, diffonde le sue pubblicazioni, organizza convegni cui partecipano studiosi di ogni parte del mondo, conscia che la molteplicità di posizioni dottrinali, di esperienze, di metodi di insegnamento e di ricerca costituisce una delle ricchezze del mondo e che la collaborazione internazionale conduce, non soltanto ad un aumento di dimensioni, ma soprattutto ad un arricchimento di possibilità diverse; conscia che, per assicurare al mondo una collaborazione non soltanto politica ed economica, ma anche culturale, è necessario che da un paese all'altro circolino, non soltanto delle merci, ma anche delle idee e degli uomini di pensiero. Circolino cioè quegli uomini ai quali, pure in un mondo che appare irrimediabilmente destinato a rimanere diviso ed a camminare ciecamente verso nuovi abissi e nuove stragi, è facile trovare un linguaggio comune ed ai quali non mancano le possibilità di un colloquio in buona fede, al di là delle differenze dottrinali. Infatti, qualunque sia la nazionalità di un uomo di pensiero, quale che sia la sua partecipazione agli ideali generalmente condivisi nel suo Paese, a lui non possono mancare alcune qualità che costituiscono la morale, non codificata, ma realmente osservata nel mondo culturale: soprattutto, l'abitudine di ascoltare e di vagliare le opinioni e le ipotesi altrui e il rispetto per la verità obbiettiva.

SALUTO DEL PROF. GIUSEPPE MONTALENTI

Presidente dell'Accademia Nazionale dei Lincei

Desidero esprimere il mio vivo ringraziamento al Presidente dell'Accademia per avermi invitato a partecipare a questa celebrazione. Mi rammarico del fatto che impegni non dilazionabili mi abbiano impedito di essere presente alla prima giornata della manifestazione e di recare in quella occasione il saluto della Accademia dei Lincei. Lo faccio ora, alla chiusura del Convegno.

Molti sono i motivi che collegano — oltreché i compiti istituzionali — la struttura e le attività delle nostre due Accademie. Nelle relazioni che ho avuto il piacere di ascoltare in questi giorni, ho udito ricordare i nomi di molti membri dell'Accademia delle Scienze di Torino che furono anche Soci Lincei. anzi tutto Quintino Sella, a cui si deve la ricostituzione dell'Accademia dei Lincei nella sua forma attuale, che, con le due Classi di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali e di Scienze Morali, Storiche e Filologiche, è assai simile a quella di questa Accademia. Evidentemente questa è stata presa come modello.

Grande importanza ha avuto per i Lincei Vito Volterra, il cui nome è stato spesse volte qui rievocato, che ha tenuto anche la Presidenza dell'Accademia che qui rappresento fino alla deprecata emanazione delle leggi razziali. Tullio Levi Civita e molti altri che mi esimo dal citare singolarmente, sono stati Soci eminenti dell'una e dell'altra Accademia.

Ho molto apprezzato le relazioni che ho avuto la ventura di udire, dalle quali ho imparato molte cose assai significative sulla attività scientifica nel Regno del Piemonte e poi del Regno d'Italia. Mi ha particolarmente interessato il resoconto di alcune delle principali consulenze che questa Accademia ha fornito ai governi relativamente ad operazioni di grande rilievo per la vita sociale ed economica del Paese, come l'epica avventura del traforo del Fréjus. Ritengo che l'offrire agli organi esecutivi consulenze scientifico-economiche altamente qualificate, sia un compito molto importante delle accademie, oltre, naturalmente a quello di promuovere lo sviluppo della scienza pura, nonché la diffusione della cultura. Mi sovviene, a questo proposito, l'osservazione che ebbe a fare il Presidente di una nostra consorella di un paese straniero, avere egli constatato che gli organi di governo sono prontamente disposti ad accogliere i consigli che rientrano nella politica già stabilita, e piuttosto riluttanti

invece a prendere in buona considerazione i suggerimenti che si allontanano dalle linee d'azione ch'essi hanno prestabilito. Comunque, ritengo che sia un dovere che le Accademie facciano sentire la voce dei propri componenti nelle più importanti questioni scientifico-tecniche che interessano la vita del paese; questioni che oggi sono tante, e sempre più impegnative.

Purtroppo le condizioni finanziarie che i governi che si sono succeduti negli anni recenti hanno riservato alle Accademie, e in generale agli Istituti di cultura, sono state tutt'altro che favorevoli. Speriamo ch'esse possano migliorare in un prossimo futuro, sì che le Accademie siano messe in grado di svolgere efficacemente gli alti compiti che loro competono.

Con questi sentimenti e con l'ammirazione per l'attività che questa Accademia ha svolto nei suoi 200 anni di vita, sono lieto di portare il saluto della consorella Accademia Nazionale dei Lincei e il cordiale augurio per gli anni a venire.

SALUTO DEL PROF. HENRY MASCART

DELLA ACADÉMIE DES SCIENCES, INSCRIPTIONS ET BELLES-LETTRES DE TOULOUSE

C'est pour moi, à la fois, un honneur et une joie de répresenter l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse aux cérémonies marquant le bicentenaire de l'Académie des Sciences de Turin, sur l'invitation de celle-ci, invitation qui nous a particulièrement flattés et à laquelle nous avons été très sensibles.

C'est, en effet, un honneur de venir saluer une Société Savante, dont la renommée est si grande qu'elle est connue des hommes de Science du monde entier. Au nom de mes Confrères je vous apporte les voeux de prospérité et de réussite que nous formulons pour une Institution aussi célèbre et aussi ancienne. Car vous avez compté parmi vos Membres, et vous comptez encore, des Maîtres d'une inestimable valeur, qui ont dominé la pensée de leur époque; celle-ci a franchi les limites du lieu et du temps, pour donner un nouvel essor à la pensée scientifique universelle. Nous souhaitons bien vivement que votre activité demeure aussi féconde et rayonne dans tous les domaines.

A ces sentiments de respect se mêlent ceux d'une grande joie pour l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; celle-ci est née en 1640, et se réjouit de voir une Compagnie à peine moins vénérable avoir acquis une notoriété que nous serions en droit de lui envier. Les premiers hommes d'esprit de Toulouse, qui se réunirent, à partir de 1640, chez l'un d'entre eux, s'y rendaient par des rues rendues obscures par la nuit d'hiver, en éclairant leur chemin à l'aide d'une lanterne; et la devise « Lucerna in nocte » nous est restée. Or, le mot « lucerna » est passé sans altération du latin à la langue italienne. Et il n'est pas interdit de rêver que notre rencontre est celle de deux lumières joyeuses sur la route du savoir. Puissent les liens ainsi formés se développer harmonieusement!

Enfin, je dois avouer mon attachement personnel à votre Académie. Ainsi, plusieurs membres de ma famille en firent partie. Dans ma propre discipline j'ai appris à apprécier l'oeuvre inoubliable de nombre de vos Savants; à défaut de les nommer tous, je me bornerai à citer Lagrange et Fubini. En outre, mes

fréquents séjours à l'Université de Turin m'ont permis d'avoir le privilège de connaître plusieurs d'entre vous.

Vous comprendrez, donc, la sincérité de notre admiration devant vos travaux, et de notre souhait de les voir se poursuivre longtemps encore. C'est là l'hommage que veut rendre l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse à l'Académie des Sciences de Turin.

Tullio Viola

IL CONTRIBUTO DELL'ACCADEMIA AI PROGRESSI DELL'ANALISI MATEMATICA

Accingendomi ad un'esposizione, il più possibile equilibrata fra analisi e sintesi, di una serie così grande, così imponente di lavori, che riempie, oltre ai due secoli dalla fondazione della nostra Accademia, anche un precedente quarto di secolo (dal 1757, fondazione della « Società Privata Torinese », al 1783, fondazione della « Reale Accademia delle Scienze ») ricco di contributi di vasta mole e, quasi tutti, di somma importanza storica, apparsi nelle « Miscellanea Taurinensia » (anche « Mélanges »), poi nelle « Memorie » della Società, credo opportuno dichiarare preliminarmente quali limiti, dopo matura riflessione, ho ritenuto di dovermi imporre:

1) riferire soltanto sui lavori veramente importanti e dedicati interamente, o prevalentemente, all'Analisi Matematica;

2) fermarmi soprattutto sui lavori del primo mezzo secolo e su quelli dalla metà del secolo scorso in poi (escludendo i contemporanei viventi);

3) mettere in evidenza, per ogni accademico, lavori effettivamente pubblicati, o presentati per la pubblicazione, nell'ambito dell'Accademia, non sembrandomi possibile, se non qua e là con fugacissimi cenni, citare anche lavori esterni a tale ambito. Quest'ultimo è un limite cui ho dovuto rassegnarmi a malincuore e con gran timore, rendendomi ben conto del pericolo di avventurarmi, disperdendomi o anche soltanto perdendo l'equilibrio, nella selva intricata dei lavori che si alternarono e moltiplicarono al di fuori dell'Accademia. Basti pensare, ad es., alla produzione di Lagrange, che si alterna appunto dentro e fuori dell'Accademia, più d'una volta in contrapposizione o in collaborazione con Eulero e con altri insigni analisti.

I. IL PRIMO MEZZO SECOLO

§ 1. *Le prime ricerche di Giuseppe Luigi Lagrange sul Calcolo delle variazioni.*

1) « *Essai d'une nouvelle méthode pour déterminer les* maxima *et les* minima *des formules intégrales indéfinies* » (Misc. Taur., II, 1760-61).

2) « *Application de la méthode précédente à la solution de différents problèmes de dynamique* » (Misc. Taur., II, 1760-61).

3) « *Sur la méthode des variations* » (Misc. Taur., IV, 1766-69).

In questi tre lavori Lagrange tratta il problema fondamentale del Calcolo delle Variazioni, cioè la ricerca delle estremanti di integrali nei quali sia supposta variabile l'intera funzione integranda. Dà, ai metodi ingegnosissimi escogitati dai fratelli Bernoulli e da Eulero, forma analitica rigorosa, indipendente da considerazioni geometriche. Nella memoria n. 1 sono date tuttavia delle applicazioni geometriche di grande importanza nella storia della matematica.

In sostanza Lagrange sviluppa il pensiero di applicare a questo problema, in tutte le sue varianti e generalizzazioni, i procedimenti classici del Calcolo Infinitesimale. Egli scinde la variazione totale dell'integrale in parti di diverso ordine d'infinitesimo, e tale decomposizione ottiene col considerare le variazioni prima, seconda, terza ecc. Su questo fondamento, Lagrange crea uno « strumento di precisione » di tale potenza che, come ha scritto uno dei più illustri variazionisti di questo secolo, il Carathéodory, « l'uso che ne è stato fatto per un secolo e mezzo non è riuscito a perfezionare ».

In effetti, Lagrange stesso e i matematici che lo seguirono, in particolare Legendre e Jacobi, non fecero che studiare (con convenienti trasformazioni) le diverse parti della variazione totale. Si credette anzi, per lungo tempo, che le idee di Lagrange dovessero avere carattere risolutivo, e furono soltanto le osservazioni di Weierstrass ($\sim$ 1880) sulle cosiddette « variazioni forti » delle funzioni, le sole che possono condurre alla determinazione delle estremanti assolute, a render dubbio che lo spezzamento della variazione totale nelle variazioni degli ordini successivi, sia sufficiente alla risoluzione completa del problema fondamentale del Calcolo delle Variazioni.

Questo dubbio prese maggior consistenza in tempi a noi vicini, cioè dopo che da un lato Hilbert e Beltrami con i più raffinati strumenti dell'analisi, d'altro lato Darboux e Kneser con strumenti geometrici, perfezionarono i nuovi metodi di Weierstrass e riuscirono a trasformare, direttamente e con straordinaria eleganza, la variazione totale. E tuttavia, nei primi decenni di questo secolo, particolarmente a partire da alcuni lavori di Eugenio Elia Levi fra il 1910 e il 1915, si pensò di tornare alle idee direttive degli analisti anteriori a Weierstrass. Si pensò che la concezione originaria di Lagrange, come quella che maggiormente aderisce ai princìpi fondamentali del calcolo infinitesimale, potesse, se opportunamente perfezionata, condurre a risultati più penetranti, e soprattutto per vie assai più semplici e naturali. Il Levi fece appunto vedere come, con tali perfezionamenti, si possa procedere, e precorse ulteriori risultati dovuti ad Hadamard e ad altri illustri analisti, i quali riuscico-

no a interpretare il Calcolo delle Variazioni come un particolare capitolo di quello che era poi destinato a divenire il Calcolo Funzionale.

Quanto alla famosa equazione differenziale da cui dipende la risoluzione del problema fondamentale del Calcolo delle Variazioni, è vero che essa era stata stabilita per la prima volta da Eulero (1744). Ma l'equazione corrispondente per gl'integrali doppi viene poi data da Lagrange relativamente al problema della superficie d'area minima (Mem. n. 1), ed è perciò entrato nella terminologia d'uso degli analisti, di designare col nome di « *equazione di Eulero-Lagrange* » quella che determina le estremali degl'integrali multipli.

Una lettera di Lagrange ad Eulero, che porta la data del 12 agosto 1755 (il mittente era allora appena diciannovenne!) e nella quale i princìpi del nuovo metodo si trovano esposti unitamente all'appropriato simbolismo, dimostra in modo inequivocabile la precedenza di Lagrange nella geniale scoperta. Il riconoscimento da parte di Eulero fu pronto, leale ed entusiasta, e consacrato nella sua risposta. Più tardi, nella celebre memoria « *Elementa calculi variationum* » (Nova Comm. Petropolit. vol. 10, 1764), Eulero dichiara che, dopo essersi a lungo e inutilmente affaticato a cercare la soluzione del suo problema variazionale, rimase stupito (*penitus obstupui*) « d'apprendere che nelle Memorie di Torino il problema si trovava risolto con facilità pari alla sua completezza ». E continua: « Questa bella scoperta ha destato in me tanto più ammirazione, quanto più essa differisce dai metodi che io avevo proposti, superandoli anche di molto nella loro semplicità. »

§ 2. *Ricerche sul problema delle corde vibranti.*

Nei voll. I e II delle Miscell. Taur. (1759-61), Lagrange pubblicò due vastissime memorie riguardanti questo celeberrimo problema, il cui interesse aveva avuto origine, oltre che dai progressi della fisica sperimentale, come ovvio, anche da quelli della teoria della musica [1]:

4) « *Recherches sur la nature et la propagation du son* »;

5) « *Nouvelles recherches sur la nature et la propagation du son* »,

memorie che, con le loro complessive 308 pp., costituiscono un vero e proprio trattato.

Per poter dare un'idea, sia pur fugace, del contenuto di questo trattato, occorre accennare ai precedenti della questione nelle opere di Taylor, di D'Alembert, di Daniele Bernoulli e di Eulero.

Taylor aveva dato (1715) la schematizzazione, fisica e geometrica, del

[1] In particolare dagli studi del musicista Giuseppe Tartini sul cosiddetto « terzo suono » o « suono di combinazione per differenza » (1744).

problema, considerando una corda, omogenea e perfettamente elastica, tesa lungo una retta x. Se 0 ed l sono le ascisse dei due estremi, Taylor aveva trovato che la deviazione $y = y\ (x,\ t)$ (ove t indica il tempo) dalla posizione di riposo della corda, posta in vibrazione nel piano $x\,y$, deve soddisfare all'equazione

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = \alpha^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \tag{1}$$

a derivate parziali del 2° ordine ($\alpha^2 > 0$ è una costante dipendente esclusivamente dalle condizioni fisiche, cioè dalla natura della corda e dalla sua tensione [2]). Egli aveva individuato anche certe soluzioni particolari della (1), precisamente le infinite del tipo generale:

$$y = \operatorname{sen} \frac{n\pi x}{l} \cos \frac{n\pi \alpha t}{l} \quad (\text{con}\ n = 1, 2, 3, \ldots). \tag{2}$$

Nel 1747 D'Alembert aveva dato la prima soluzione generale della (1) nella forma $y = \varphi(x + \alpha\, t) - \varphi(\alpha\, t - x)$, con φ funzione arbitraria, ma periodica e di periodo $2\,l$ (avuto riguardo alla condizione ai limiti: $y(0, t) = y(l, t) = 0$). A questo lavoro Eulero, nel 1748, aveva portato alcune precisazioni.

A sua volta Daniele Bernoulli (1753) aveva ritenuto che, se si forma una serie i cui termini successivi si ottengano dalle funzioni (2) moltiplicandole rispettivamente per opportuni coefficienti numerici, anche la somma di tale serie debba essere soluzione della (1). Ed anzi, riconosciuto che, per i valori $n = 2, 3, \ldots$, le soluzioni (2) rappresentano le cosiddette « armoniche » del suono fondamentale della corda (cioè i suoni che verrebbero prodotti dalle corde di lunghezze $\frac{l}{n}$), egli era giunto ad affermare che fosse invece una somma siffatta a fornire la soluzione più generale possibile della (1).

Questo lavoro di Daniele Bernoulli aveva immediatamente promosso un'acuta polemica da parte di D'Alembert e di Eulero, secondo i quali una conciliazione dei due punti di vista or ora richiamati, non sarebbe stata possibile se non ammettendo l'esistenza d'uno sviluppo in serie trigonometrica, per una funzione continua del tutto arbitraria. Sia a D'Alembert che ad Eulero una simile deduzione era sembrata assurda e quindi, in definitiva, non accettabile il ragionamento di Daniele Bernoulli.

Tutti questi lavori, la cui importanza era destinata a divenire fondamentale

[2] Ovviamente prescindendo dalla gravità.

almeno fino a tutto il secolo XIX, sia per la chiarificazione e precisazione del concetto di funzione, sia per lo sviluppo della teoria delle equazioni a derivate parziali, come pure di quella delle serie trigonometriche, erano stati pubblicati nelle « Memorie dell'Accademia di Berlino » ([3]). Ed ecco che, con le due memorie sopra citate, Lagrange entra in campo, riprendendo tutto il problema *ex novo*: ritiene di poter risolvere la controversia con una critica serrata dell'impostazione fisica del problema stesso, allo scopo di riconoscere se e quali limitazioni debbano imporsi, a priori, alla forma iniziale della corda. Egli sostituisce alla corda elastica un sistema oscillante formato da un numero finito n di punti materiali e passa poi al limite per $n \to \infty$.

Volendo accennare al suo metodo, poniamo per semplicità $l = \pi$. Suddiviso l'intervallo $(0, \pi)$ in $n + 1$ parti uguali, supponiamo dati, negli n punti di divisione, i valori della funzione $f(x)$ che rappresenta, a un dato istante, la configurazione della curva, e determiniamo il polinomio di soli seni del tipo:

$$b_1 \operatorname{sen} x + b_2 \operatorname{sen} 2x + b_3 \operatorname{sen} 3x + \dots + b_n \operatorname{sen} nx$$
$$(b_r, \text{ con } r = 1, 2, 3, \dots, n, \text{ coefficienti incogniti})$$

che, nei punti $x = \dfrac{r\pi}{n+1}$, assuma rispettivamente i valori $f(\dfrac{r\pi}{n+1})$. Con ciò Lagrange esegue una vera e propria *interpolazione trigonometrica*, immaginando che $\left(\dfrac{r\pi}{n+1}, f(\dfrac{r\pi}{n+1})\right)$ siano le posizioni degli n punti materiali suddetti. Egli è così condotto a risolvere il sistema delle n equazioni lineari:

$$b_1 \operatorname{sen} \frac{r\pi}{n+1} + b_2 \operatorname{sen} \frac{2r\pi}{n+1} + \dots + b_n \operatorname{sen} \frac{nr\pi}{n+1} = f(\frac{r\pi}{n+1}),$$

cosa che gli riesce facilmente, giungendo alla formula:

$$(3) \qquad b_s = \frac{2}{n+1} \sum_{r=1}^{n} f(\frac{r\pi}{n+1}) \operatorname{sen} \frac{sr\pi}{n+1}, \quad (s = 1, 2, \dots, n),$$

formula che ancor oggi è in uso col suo nome.

Al limite oggi noi possiamo ottenere facilmente:

$$(4) \qquad \lim_{n \to \infty} b_s = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} f(\alpha) \operatorname{sen} s\alpha \, d\alpha \quad (s = 1, 2, \dots, n),$$

([3]) Un magistrale sguardo d'insieme della controversia, qui citata, fra i tre grandi

ove i secondi membri sono i successivi coefficienti della serie di Fourier della $f(x)$, supposta funzione dispari.

Lo storico C. R. Wallner, analizzando accuratamente il ragionamento di Lagrange, si chiede se il risultato espresso dalla (4) permetta di affermare che Lagrange abbia già posseduto, nella sostanza, la teoria delle serie di Fourier, e risponde negativamente ([4]). A noi sembra che, per quanto Lagrange non abbia raggiunto la (4) ma, nel passaggio a limite per $n \to \infty$, abbia deviato per altra via (certo molto più complicata di quella che può seguire chi conosca la teoria di Fourier), tuttavia si possa e si debba vedere Lagrange come precursore, diremmo *diretto precursore* di Fourier ([5]).

Grande fu l'impressione che le due memorie nn. 4 e 5 fecero sui matematici contemporanei, soprattutto su Eulero e D'Alembert. Questi, in una lettera del 27 settembre 1759 (quasi certamente la prima in argomento), scrive a Lagrange:

« Signore, ho ricevuto con molta gratitudine e ho letto con la più gran soddisfazione il primo vol. delle vostre memorie, che mi avete fatto l'onore d'inviarmi. La vostra dissertazione sul suono è piena di ricerche fra le più profonde e ingegnose. Sono stato sopra tutto ammirato del modo con cui pervenite a trovare la formula del moto di una corda caricata da un numero indefinito di pesi. Non so, tuttavia, se voi non avreste potuto trovare un metodo più semplice. Non riesco a persuadermi che questa soluzione esiga un così grande apparato di calcoli. Ci penserò appena potrò e, se mi verrà qualche idea al riguardo, avrò l'onore di parteciparvela... Addio, signore, voi siete destinato, se non m'inganno, ad occupare un'alta posizione nelle scienze, e io plaudo in anticipo ai vostri successi... Mi recherò in Italia non appena gli affari presenti d'Europa lo permetteranno, e potete credere che passerò per Torino, non fosse che per l'onore di vedervi ».

In verità le due memorie forniscono un quadro imponente di risultati. Ivi Lagrange dimostra ancora che, « qualunque sia la deformazione data alla cor-

D'Alembert, Eulero e Daniele Bernoulli, si può trovare nella famosa « Habilitationsschrift » di Bernhard Riemann (1854).

([4]) « In Wirklichkeit ist die Lagrangesche Entwicklung prinzipiell davon verschieden » (v. M. Cantor, « Geschichte der Mathematik », vol. IV, Lipsia 1908, p. 984). Osserviamo che, per il passaggio a limite (4), sarebbero state necessarie delle particolari ipotesi sulla $f(x)$: in realtà la sua continuità nell'intervallo chiuso $(0, \pi)$ è più che sufficiente. Ma, per valersi di questa ipotesi, o di altra più generale, occorreva arrivare a Cauchy ed oltre: i tempi non erano ancora maturi.

([5]) La possibilità di arrivare, *per la via di Lagrange*, alla serie *completa* di Fourier, cioè non soltanto alla serie di soli seni, è stata dimostrata solo in questo secolo, precisamente da *Ch. J. de la Valleé Poussin* in una poderosa memoria del 1908, nella quale ci sembra che il grande matematico belga eccella non solo come moderno analista, ma anche come storico.

da, la durata delle oscillazioni sarà sempre la stessa (risultato sperimentale che D'Alembert aveva ritenuto di dimostrazione molto difficile, o addirittura impossibile); passa poi alla propagazione del suono, tratta degli echi semplici e composti, dell'interferenza (o sovrapposizione) dei suoni, della possibilità che questi hanno di propagarsi nello stesso ambiente senza alterarsi, e dimostra rigorosamente la formazione delle armoniche; annuncia infine che il suo scopo è quello di distruggere i pregiudizi di coloro che ancora dubitano se la matematica potrà mai far vera luce nella fisica » ([6]).

Il fatto che un giovane appena ventitreenne fosse stato capace di ottenere risultati così complessi e profondi, fece tale impressione che anche su di lui si formò una leggenda (ma fu soltanto leggenda?) che ne ricorda altre non meno celebri (relative ad Archimede, a Galileo, a Newton...). Di questa leggenda si trova traccia in uno scritto di Vassalli Eandi, il quale però la ricollega (noi crediamo erroneamente) ad altra ricerca di cui parleremo in appresso (n. 11) ([7]):

« Sempre assorto nelle sue ricerche matematiche, e avendo visto nelle opere di Eulero che la materia dei massimi e minimi non era ancora stata portata al suo grado di perfezione, egli ci pensava continuamente. Un giorno, trovandosi nella chiesa di San Francesco da Paola in Torino per sentire la messa, un passaggio musicale, come per un'ispirazione, gli suggerì il perfezionamento della teoria; subito uscì di chiesa e andò a scrivere la sua soluzione che spedì poi al celebre Eulero ».

In ogni caso, è certo che Lagrange si preoccupava molto dell'aderenza delle sue teorie ai risultati sperimentali. Scrive ancora il Delambre, già citato ([6]): « Per quanto solidi e ben fondati apparissero i suoi calcoli, l'autore confessa che essi non spiegano che imperfettamente i fenomeni osservati nell'ambito della teoria degli strumenti a fiato, della larghezza e posizione dei loro fori, e della velocità del suono in generale ».

In realtà i tempi non erano ancora maturi neppure per la fisica sperimentale. Ed infatti, continua Delambre: « è probabile che, soprattutto in questi strumenti, l'aria non debba esser considerata come divisa in linee rette (*sic!*); ma almeno la soluzione spiega la famosa esperienza di Tartini, se si ammette che questo celebre professore abbia potuto sbagliarsi collocando l'ottava al posto del vero suono che ascoltava ». (Cfr. nota ([1])).

Non è questa la sede per fermarsi ad analizzare le ulteriori vicende del grande dibattito sul problema in questione, che dall'ambito iniziale e particolare della corda vibrante, si era rapidamente esteso a quello generale delle

([6]) Dalle « Notizie sulla vita e le opere di Lagrange » (di Delambre).

([7]) Antonio Maria Vassalli Eandi (Torino 1761, ivi 1825). Abate, professore di fisica nell'Università di Torino e nella Scuola Militare, fu eletto socio corrispondente dell'Accademia nel 1787, poi nazionale nel 1791.

oscillazioni sonore. Ciò anche perché il dibattito continuò soprattutto in riviste di altre celebri accademie europee.

Tuttavia dobbiamo citare l'ulteriore lavoro di Lagrange:

6) « *Addition à la première partie des recherches sur la nature et la propagation du son imprimés dans le volume précédent par M. de la Grange* » (Miscell. Taur., II, 1760-61),

nel quale, oltre a precisare nel modo più esplicito alcune riserve sul procedimento già seguito da Eulero, vengono particolarmente studiate le configurazioni iniziali della corda vibrante, escludendone tutte e sole quelle la cui curvatura subisca delle discontinuità in qualche punto, oppure che non sia nulla alle estremità.

Vogliamo anche dare qualche notizia sul carteggio, in argomento, fra Lagrange, D'Alembert ed Eulero.

S'incontra anzitutto la

7) « *Lettre de M. Euler à M. De la Grange* (*contenant des recherches sur la propagation des ébranlements dans un milieu élastique*) ». (Miscell. Taur., II, 1760-61).

In essa Eulero richiama certe sue precedenti ricerche (del 1759) sull'argomento del titolo, basandosi sull'ipotesi essenziale che, in tutti i punti del mezzo in cui si propagano le onde sonore, aventi ugual distanza dal centro vibrante, la velocità di propagazione sia la stessa.

Si fa attiva soprattutto la corrispondenza fra Lagrange e D'Alembert. Nasce così e si consolida fra di essi una forte amicizia, e se ne ha testimonianza nelle Miscell. Taur., III, pp. 381-396 (si riferisce agli anni 1764 e 65):

8) « *Extrait de différentes lettres de M. D'Alembert à M. De la Grange* ».

Le altre lettere fra i due possono leggersi nei voll. XIII e XIV delle Opere di Lagrange. Si nota in esse, nei riguardi di Daniele Bernoulli, non solo una viva opposizione scientifica, ma persino, qua e là, cenni di fastidio e quasi di risentimento.

Scrive D'Alembert a Lagrange, il 2 marzo 1765:

« Legga ciò che Daniele Bernoulli dice contro di Lei (e anche un po' contro di me) nelle Memorie di Parigi del 1762. "Elles sont un peu impertinentes, mais il vous donne beau jeu et à moi aussi, et j'espère bien, pour ma part, lui en dire deux mots quelques jours" ».

Nei riguardi dell'amico, Lagrange esprime ripetutamente la più grande stima ed anche affetto:

« Ho letto [il Suo manoscritto per il vol. III dei Mélanges] con la più

grande soddisfazione: tutto ciò che mi arriva di Suo mi è infinitamente prezioso », scrive a D'Alembert in data 15 gennaio 1766.

Dopo qualche anno, però, Lagrange finisce per disinteressarsi del grande problema delle corde vibranti, e scrive a D'Alembert:

« Le Sue osservazioni alla teoria delle corde vibranti del Sig. Bernoulli, mi sembrano decisive. Ammiro la costanza con cui Lei è capace di proseguire lo studio di uno stesso argomento per tanto tempo; personalmente ho questa disgrazia che, a furia di rimescolare la stessa materia,

"j'en prends à la fin un si furieux dégoût, qu'il m'est comme impossible d'y revenir encore, et c'est précisément ce qui m'est arrivé à l'égard des cordes vibrantes; voilà pourquoi j'ai toujours négligé de répondre à M. Daniel Bernoulli, quoique je puisse le faire avec avantage" ».

(Da Berlino, 15.7.69)

È interessante leggere l'opinione di Laplace sulla celebre disputa delle corde vibranti, in una lettera a D'Alembert molti anni più tardi (da Parigi, 10.3.1782). D'Alembert aveva cercato di mediare le due posizioni antagoniste di Lagrange e di Eulero, ipotizzando l'esistenza di punti, lungo la corda vibrante all'istante $t = 0$, di discontinuità per la curvatura. Ma ciò facendo, D'Alembert si era fermato di fronte a difficoltà di carattere dinamico che gli erano sembrate insormontabili. Laplace gli dimostra come queste possano venir superate. Poi dice:

« Je ne suis point surpris que notre illustre ami, M. de Lagrange, qui a traité ce problème dans le Tome III des "Mémoires de Turin" par la méthode des suites infinies, ait cru la continuité entre les différences quelconques des fonctions arbitraires; mais la méthode des différences finies dans laquelle on ne néglige rien est exemptée de ces inconvénients. Il m'a toujours semblé que M. Euler a été trop loin en n'assujettissant à aucune condition les fonctions arbitraires; mais je pense que vous avez été trop circonspect en les restreignant aux seules fonctions analytiques ».

Di Eulero compaiono, sulle Miscell. Taur. (vol. III, 1762-65), i due lavori:

9) « *Eclaircissements sur le mouvement des cordes vibrantes* »;

10) « *Recherches sur le mouvement des cordes inégalement grosses* ».

Per le corde di spessore variabile, Lagrange aveva sostituito l'equazione iniziale (1), con altra più generale:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = X \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \qquad \text{(X: opportuna funzione di } x\text{).} \tag{5}$$

Eulero riprende e sviluppa ulteriormente, nel n. 10, le deduzioni di Lagran-

ge, in linea con un suo precedente lavoro pubblicato nei « Novi Commentarii Academiae Petropolitanae » (vol. IX, 1762-63/1764).

§ 3. *Altre pubblicazioni di Analisi.*

Ancora di Lagrange i volumi delle Miscellanea contengono altri importanti lavori.

11) « *Recherches sur la méthode* de maximis et minimis » (Vol. I, 1759).

In essa è esposta, per la prima volta (8), una teoria dei massimi e minimi relativi delle funzioni di n variabili indipendenti, con applicazione a un problema meccanico. La sua teoria non giunge naturalmente a dare delle condizioni necessarie e sufficienti per i massimi e minimi in nessun caso, neppure per $n = 1$. Per $n = 2$, egli dà le condizioni sufficienti che compaiono anche oggi nei nostri corsi universitari, e per $n > 2$ si limita a pochi cenni (9).

12) « *Note sur la métaphysique du calcul infinitésimal* » (Miscell. Taur., vol. II, 1760-61).

È una brevissima nota che Lagrange scrive a seguito di una precedente memoria, contenuta nello stesso volume, di H. S. Gerdil (« *De l'infini absolu considéré dans la grandeur* »). In essa egli fa considerazioni interessanti che possono in certo modo considerarsi la lontana origine delle idee destinate a maturare in lui molti anni più tardi (« *Sur une nouvelle espèce de calcul relatif à la différentiation et à l'intégration des quantités variables* », Nouv. Mém. de Berlin, 1774, poi ampiamente sviluppate nelle sue famose lezioni sulla « *Théorie des fonctions analytiques, contenant les principes du Calcul différentiel, dégagés de toute considération d'infiniment petits ecc.* », Paris 1797). Nella nota egli afferma che la validità del calcolo infinitesimale risiede nel fatto che certi « errori », che in esso si commettono nell'impostazione dei problemi in esame, si compensano fra loro e dànno, per effetto dei passaggi a limite, infine risultati esatti. Curiosamente le sue osservazioni ricordano altre già fatte, molti

(8) « Comme je crois cette théorie entièrement nouvelle... ».

(9) Non sembra che questo lavoro avesse avuto grande risonanza al suo tempo e forse lo stesso Lagrange non doveva esserne rimasto del tutto soddisfatto. Giulio Vivanti, cui si deve questa valutazione (loc. cit. a nota (4), pp. 775 e segg.), fa in proposito due osservazioni storicamente interessanti:

a) Il marchese G. C. Fagnano, molti anni dopo, risolve un problema di minimo nella geometria del triangolo, applicando un metodo di fortuna che può farsi risalire a Keplero, non metodi di calcolo differenziale né di Lagrange né di Eulero (i cui lavori Fagnano non poteva non aver conosciuti);

b) Curiosamente lo stesso Lagrange, nella sua *Théorie des fonctions analytiques* (1797), segue poi un procedimento diverso dal proprio.

anni prima, da George Berkeley (« *Principles of Human Knowledge* », Dublin 1710), autore che egli però non cita e che probabilmente neppure conosceva.

Proseguendo con le memorie di Lagrange, troviamo la

13) « *Solution de différents problèmes de calcul intégral* ». (Miscell. Taur., III, 1762-65).

Essa contiene vari metodi, tutti geniali, d'integrazione di equazioni differenziali ordinarie e lineari, con molte applicazioni, sia all'analisi che alla fisica (movimenti dei fluidi, corde vibranti, problema degli n corpi). Celebre fra questi e di grande semplicità concettuale, tanto che, nella sua espressione più semplice, è rimasto come uno degli argomenti correnti di studio nelle nostre università, il metodo detto appunto dei « moltiplicatori di Lagrange ». Vi si trovano, in casi particolari, i primi elementi della teoria delle equazioni aggiunte e del metodo della variazione delle costanti arbitrarie (poi ampiamente sviluppato da Laplace, v. il n. 19 in appresso), vi si dimostra la possibilità e l'utilità di abbassare l'ordine delle equazioni introducendo i cosiddetti integrali primi, ecc.

Nello stesso volume delle Miscell. Taur., Eulero pubblica le due memorie seguenti:

14) « *Recherches sur l'intégration de l'équation*

$$\frac{d^2z}{dt^2} = a^2 \frac{d^2z}{dx^2} + \frac{b}{x}\frac{dz}{dx} + \frac{c}{x^2} z \text{ » (}^{10}\text{);}$$

15) « *Observationes circa integralia formularum*

$$\int x^{p-1}\,dx\,(1-x^n)^{\frac{q}{n}-1}\text{ , (}^{11}\text{)}$$

posito post integrationem $x = 1$ ».

Nel n. 13 l'equazione viene presentata come una generalizzazione della (1) e integrata, in casi particolari, con opportune sostituzioni sulla funzione incognita z.

Il n. 14 porta un importante contributo alla teoria degl'integrali dei differen-

(10) In notazione moderna:

$$\frac{\partial^2 z}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{b}{x}\frac{\partial z}{\partial x} + \frac{c}{x^2} z.$$

(11) In notazione moderna:

$$\int x^{p-1}(1-x^n)^{\frac{q}{n}-1}\,dx.$$

ziali binomi. Newton, nel 1676, aveva individuato i tre ben noti casi in cui tali integrali possono venir razionalizzati. Eulero studia questi integrali nell'ipotesi in cui il binomio, che compare sotto il segno, sia elevato ad un esponente negativo, in relazione col fatto che allora la funzione integranda tende all'infinito al tendere della variabile d'integrazione ad un ben determinato valore reale (nel caso presente, l'unità).

Si sa l'importanza che gl'integrali dei differenziali binomi hanno avuto nella storia dell'Analisi. Il loro studio si concluse quasi un secolo dopo, quando il matematico Cebiceff, in una poderosa memoria, riuscì a dimostrare che i tre casi individuati da Newton sono anche gli unici che consentono la razionalizzazione.

Negli anni seguenti appaiono ancora, ad opera di Lagrange:

16) « *Sur l'intégration de quelques équations différentielles* ». (Miscell. Taur., IV, 1766-69).

Vi sono trattate talune equazioni differenziali ordinarie del prim'ordine, « le cui variabili (come Lagrange stesso precisa, subito dopo il titolo) siano separate, ma né l'uno né l'altro dei due membri che le compongono siano integrabili ». Lagrange mostra, in molti casi che egli riesce a individuare e dei quali fornisce alcuni esempi, esser possibile giungere alle quadrature mediante un artificio generale nel quale compie ufficio essenziale il ricorso a una o più equazioni d'ordine superiore. Questo lavoro ebbe influenza, una diecina d'anni più tardi, sulle ricerche di Eulero nel campo degl'integrali ellittici. Eulero stesso, in una sua memoria ([12]), scrive che il risultato e i metodi dell'insigne analista torinese avevano suscitato in lui la più grande ammirazione.

17) « *Solution d'un problème d'arithmétique* ». (Miscell. Taur., IV, 1766-69).

Contiene la soluzione del problema: « Assegnato ad arbitrio un numero intero non quadrato a, trovare un intero quadrato y^2 tale che il prodotto di questi due numeri, aumentato dell'unità, dia ancora un numero quadrato ». Si tratta dunque della risoluzione della celebre equazione detta impropriamente « equazione di Pell » ([13]):

$$a y^2 + 1 = x^2, \text{ od anche } x^2 - a y^2 = 1.$$

([12]) « Dilucidationes super methodo elegantissima, qua illustris de la Grange usus est, in integranda aequatione differentiali

$$\frac{dx}{\sqrt{X}} = \frac{dy}{\sqrt{Y}} \text{ »}$$

(Acta Acad. Petrop. II p. 1, 1778; cfr. Inst. calc. int. IV).

([13]) Impropriamente, perché più volte affrontata nella storia della matematica (già dagl'indiani e, forse, anche dai greci). Contributi di fondamentale importanza, sull'argo-

Lagrange critica la soluzione proposta da Wallis, perché dovuta ad un metodo « consistente (egli dice) in una successione di tentativi coi quali si raggiunge lo scopo in modo molto incerto e senza neppur sapere se ci si arriverà ». Lagrange invece risolve il problema in modo completo, ottenendo addirittura delle formule che ne dànno esplicitamente tutte le soluzioni.

Grande è l'importanza di questo lavoro n. 17 nella teoria dei numeri, sia per le applicazioni nell'analisi indeterminata di 2° grado (Lagrange ne dà un esempio) ([14]), sia per il seguito che esso avrà in altri studi dello stesso Lagrange, particolarmente per la risoluzione dell'altro problema: « decomporre un qualunque numero intero positivo nella somma di 4 quadrati, al più » ([15]).

In questa nostra presentazione dei più importanti contributi che Lagrange ha dato all'Analisi nel suo periodo torinese, con lavori pubblicati sul periodico della nostra Accademia, non può mancare un lavoro che sta tutto a sé, essendo dedicato al Calcolo delle Probabilità:

18) « *Mémoire sur l'utilité de la méthode de prendre le milieu entre les résultats de plusieurs observations; dans lequel on examine les avantages de cette méthode par le calcul des probabilités; et où l'on résout différents problèmes relatifs à cette matière.* » (Miscell. Taur., V, 1770-73).

In questo lavoro Lagrange discute e risolve 10 diversi problemi sotto condizioni disparate, la cui importanza è da lui stesso attribuita alla possibilità di applicare le soluzioni alle scienze sperimentali, in particolare per la correzione degli strumenti d'osservazione. Da questo punto di vista emerge l'ipotesi fondamentale nella parte conclusiva, ove egli suppone di conoscere « seulement les limites entre lesquelles toutes les erreurs possibles doivent être renfermées avec la loi de leur facilité ([16]) », e di cercare, in ciascuna delle ipotesi

mento, avevano dati Fermat, Brouncker, Wallis, infine Eulero nel lavoro: « De usu novi algorithmi in problemate Pelliano solvendo » (N. Comm. Petr. XI, 1765), lavoro che per altro non sembra che Lagrange avesse conosciuto (Cfr. H. KONEN, « *Geschichte der Gleichung* $t^2 - Du^2 = 1$ », Lipsia 1901).

([14]) Quest'analisi verrà da lui ripresa, ampliata ed approfondita, poco dopo, nella memoria: « Sur la solution des problèmes indéterminés du second degré » (Acad. roy. des sciences de Berlin, 1767/69).

([15]) Nella memoria: « Démonstration d'un théoréme d'arithmétique » (Acad. roy. des sciences de Berlin, 1770/72). In questi ed altri lavori, Lagrange s'incontra e (in parte) collabora con J. Wilson, E. Waring, e soprattutto con Eulero. Questi riprende, alcuni anni dopo, il problema dei 4 quadrati, semplificando considerevolmente la risoluzione già data da Lagrange (« Novae demonstrationes circa resolutionem numerorum in quadrata », Nova Acta Eruditorum 1773, e Acta Petropolitana 1777-1780).

([16]) « Loi de facilité »: termine che, volta a volta, assume significati diversi, ma sempre univocamente comprensibili nel contesto della trattazione lagrangiana.

fatte, « quelle est la probabilité que l'erreur du résultat moyen [17] soit nulle, ou égale à une quantité donnée, ou seulement comprise entre des limites données ».

Tale memoria è giustamente celebre « per la eleganza e speditezza dei mezzi analitici impiegati » (P. Pizzetti) [18], pur essendo la sua importanza scaduta dopo i celebri e fondamentali lavori di Gauss sulla teoria degli errori e la conseguente chiarificazione e precisazione della terminologia [19].

Come si vede, Lagrange rimase fedele alla nostra Accademia benché, fin da giovanissimo, le più famose accademie europee si contendessero l'onore d'ospitare i suoi scritti. Per vent'anni dalla sua partenza da Torino, cioè dopo il 1766, anno in cui, per presentazione dell'amico D'Alembert, fu nominato, in sostituzione di Eulero, direttore dell'Accademia di Berlino ed accolto dal re Federico di Prussia come « il più grande matematico vivente », egli continuò ad inviare articoli alla nostra Accademia. L'ultimo di questi appare all'epoca del suo trasferimento a Parigi, alla morte del re Federico e alla vigilia della grande rivoluzione [20].

Si tratta della memoria:

19) « *Sur une nouvelle méthode de calcul intégral pour les différentielles affectées d'un radical carré sous lequel la variable ne passe pas le quatrième degré* ». (Mém. de l'Acad. Roy. de Turin, 1786-87).

Essa s'inserisce nella grande corrente di ricerche sui possibili metodi d'integrazione di funzioni del tipo

$$R\,(x, \sqrt{a + b\,x + c\,x^2 + d\,x^3 + e\,x^4})$$

(con R simbolo di funzione razionale di due variabili),

cui avevano già preso parte altri illustri analisti (Eulero, Malfatti, Fagnano, Maclaurin, Lexell, Vincenzo Riccati ecc.) e che, com'è ben noto, erano destinate a sfociare, nel secolo XIX, nella teoria delle funzioni ellittiche. Già D'Alembert, nelle sue:

20) « *Recherches mathématiques sur divers sujets* ». (Miscell. Taur., IV, 1766-69),

e in precedenti pubblicazioni, si era, fra l'altro, dedicato a questo stesso problema.

(17) « Résultat moyen »: non l'« errore medio » nel senso di Gauss, ma « la media aritmetica degli errori ».

(18) Paolo Pizzetti, *I fondamenti matematici per la critica dei risultati sperimentali* (Genova 1891), p. 63.

(19) Tale è ad es. il caso del termine « Loi de facilité » nel passo qui citato (v. nota (16)).

(20) Ciò fu dovuto probabilmente, oltre che alle tormentose vicende politiche, anche

Nel suo grande lavoro (n. 19), Lagrange collega il problema a quello della rettificazione delle sezioni coniche, « rectification qui n'est encore connue (egli afferma testualmente) que très-imparfaitement, attendue le peu de convergence des séries qu'on a trouvé jusqu'ici pour cet objet. Les sériés sont à la vérité le seul moyen de résoudre ce problème, et en général de rappeler à l'intégration toutes les formules différentielles d'une forme essentiellement irrationnelle [*sic!*]; mais ce moyen n'est vraiment utile qu'autant qu'on peut rendre les séries toujours convergentes, et diminuer même à volonté l'erreur qui doit résulter des termes qu'on néglige ».

Il metodo che Lagrange qui espone ed applica con grande abilità, non conduce (né poteva condurre) alla razionalizzazione dell'integrale, ma quanto meno ad un procedimento di approssimazione di calcolo numerico molto rapido ([21]).

Lasciando ora definitivamente Lagrange, torniamo indietro di alcuni anni per incontrare altri grandi analisti che onorarono anch'essi la nostra Accademia. Così incontriamo il marchese de Condorcet con varie note e memorie. Le più importanti sono le tre seguenti, contenute nelle Miscell. IV (1766-69).

21) « *Solution générale et analytique d'un problème sur les équations différentielles* ».

Si tratta di un lavoro sulla scia di Lagrange, che provocò un'interessante lettera di Laplace all'autore (datata 3 dicembre 1771, dalla Scuola Militare di Parigi). In essa si legge:

« Voi e Lagrange avete dimostrato in modo elegante che, se si sa integrare l'equazione

$$0 = y + Hy' + H_1y'' + H_2y''' + \dots + H_{n-1}\, y^{(n)}$$

(con H, H_1, $H_2, \dots, H_{n-1}$ funzioni assegnate della x), allora si sa integrare ogni altra

$$X = y + Hy' + H_1y'' + H_2y''' + \dots + H_{n-1}\, y^{(n)}$$

(con X generica funzione della x) ».

Laplace dà allora, nella lettera, un'altra dimostrazione di questo teorema,

ai suoi nuovi impegni professionali sorti dopo il detto trasferimento: la presidenza della commissione per la riforma dei sistemi di misura, gl'insegnamenti all'« Ecole normale supérieure » e all'« Ecole polytechnique » e, soprattutto, l'inizio della trattazione, sistematica ed altamente creativa, delle sue opere, a cominciare dalla celebre « Mécanique analytique » (1787).

([21]) È storicamente importante il fatto che, contemporaneamente a questo lavoro di Lagrange, Adrien Marie Legendre pubblicò le due famose memorie:

a) « *Mémoire sur les intégrations par arcs d'ellipse* »,

b) « *Second mémoire sur les intégrations par arcs d'ellipse, et sur la comparaison de ces arcs* »,

nell'Accademia di Francia, ivi proponendo di premettere al problema stesso la compilazione di tabelle numeriche delle lunghezze di archi di ellissi.

accennando alla possibilità di generalizzare il metodo della variazione delle costanti arbitrarie (v. sopra, al n. 13).

22) « *Observations sur la théorie des équations différentielles* ».

23) « *Addition au premier mémoire sur le calcul intégral* ».

Questi due lavori completano il precedente (n. 21) con osservazioni varie e con lo studio di un problema di massimo e di minimo di particolari integrali.
Di Laplace appare la memoria dal titolo:

24) « *Recherches sur le calcul intégral aux différences infiniment petites et aux différences finies.* » (Miscell. IV, 1766-69).

Essa contiene la teoria completa delle equazioni differenziali lineari (nel senso delineato nella lettera di cui sopra), dandone anche una specie di traduzione per la teoria delle equazioni alle differenze finite.
Gaspard Monge pubblica tre lavori di geometria, che qui meritano d'esser citati per l'importanza che presentano nella storia delle equazioni a derivate parziali:

25) « *Mémoire sur la détermination des fonctions arbitraires dans les intégrales de quelques équations aux différences partielles* ».

26) « *Second mémoire sur le calcul intégral de quelques équations aux différences partielles* ». (Miscell. V, 1770-73).

27) « *Sur l'expression analytique de la génération des surfaces courbes* ». (Mém. de l'Acad. Roy. de Turin, s. 2eme, I partie, 1784-85).

In questi lavori Monge parte dalla problematica della teoria delle corde vibranti, aderendo ai punti di vista di D'Alembert e Lagrange (v. sopra, i nn. 7 e 8), e studia vari altri problemi che conducono a equazioni a derivate parziali. I più importanti di questi interessano, sotto vari aspetti, la cartografia e la navigazione.
Nei primi due lavori Monge studia le condizioni ai limiti che occorre ammettere nell'integrazione di un'equazione a derivate parziali: è il problema famoso della determinazione delle funzioni arbitrarie che occorre introdurre in tale integrazione, problema del quale, in altre sedi e con metodo rigorosamente analitico, si occuparono anche Eulero, D'Alembert, Condorcet, Laplace e lo stesso Lagrange.
Importante soprattutto lo studio del problema inverso, nella sua forma più generale, che viene affrontato nel terzo lavoro. È il problema di eliminare, da un'equazione in termini finiti che rappresenti una intera famiglia di superfici dipendente da *n* funzioni arbitrarie, tali funzioni attraverso derivazioni successi-

ve, in modo da ottenere un'unica equazione differenziale di *n*.mo ordine rappresentante l'intera famiglia. I risultati di questi lavori vennero poi inseriti con opportuni ampliamenti, dallo stesso Monge, qua e là nelle sue « *Feuilles d'Analyse appliquée à la Géomètrie* » (1802).

Nei Mélanges del 1786 appare il lavoro di Giacomo II Bernoulli:

28) « *Essai d'une nouvelle manière d'envisager les différences ou les fluxions des quantités variables* »,

nel quale vengono esaminate delle questioni relative ai fondamenti del metodo delle flussioni e si afferma la convinzione che, con tale metodo, potrebbero venir semplificate, senza pregiudizio del rigore, le lunghe e pesanti dimostrazioni date da Maclaurin. Questo lavoro n. 28 è seguito da un commento consenziente dell'abate Tommaso Valperga di Caluso [22], le cui idee in proposito vengono sviluppate, alcuni anni dopo, nell'ampia memoria:

29) « *Des différentes manières de traiter cette partie des mathématiques que les uns appellent calcul différentiel et les autres méthode des fluxions* ». (Mém. Acad. Turin, 1788).

Verso la fine del secolo XVIII s'incontrano alcuni altri lavori d'analisi, d'interesse storico senza dubbio meno rilevante, ma dei quali ci sembrerebbe ingiusto non ricordare almeno gli autori: Antonio Maria Lorgna (1788), Gianfrancesco Malfatti (1790), Jean Trembley (1793), Francesco Pezzi (1793).

II. DAL 1800 AL 1850

La figura di maggior rilievo, in questo periodo, è indubbiamente quella di Giovanni Plana.

Illustre geodeta ed astronomo, che raggiunse chiara fama soprattutto coi suoi studi sul movimento della luna, la sua vita e le sue opere sono state illustrate in quest'Accademia, non molti anni fa, dai proff. Agostinelli e Tricomi (*Atti*, vol. 99, 1964).

Plana studiò all'Ecole Polytechnique di Parigi (dal 1800 al 1803), ove seguì i corsi di Lagrange, Monge, Laplace e di altri insigni matematici. Fu anzi l'unico allievo italiano di Lagrange, il quale ebbe per lui molta stima e grandissimo affetto.

Tornato a Torino, continuò ivi i suoi studi e iniziò le sue pubblicazioni nel 1809. Subito dopo e cioè nel 1811, all'età di 30 anni, ottenne, con la raccomandazione di Lagrange, la cattedra di astronomia all'università di Torino e, nel 1814, anche quella di calcolo infinitesimale.

[22] Il coltissimo, eruditissimo amico di Vittorio Alfieri e di Rosmini.

Il suo valore come analista è alquanto discusso. Il prof. Tricomi per es. dice di lui:

« A mio avviso, il merito di Plana non sta tanto in questo e quel risultato da lui raggiunto, bensì nell'aver egli potentemente contribuito ad elevare il livello, dianzi assai depresso, degli studi matematici in Piemonte, portandovi il soffio vivificatore delle idee spiranti a Parigi nella sua giovinezza, ove operavano un Lagrange, un Fourier, un Monge ed altri sommi ».

Mi sia permesso dissentire da questo severo giudizio. A Plana sono dovuti infatti alcuni teoremi veramente importanti, anche se non di carattere fondamentale né generale nell'Analisi, ma certo raffinati dal punto di vista tecnico e che hanno avuto molte applicazioni, soprattutto nella teoria degl'integrali euleriani di prima specie.

A mio parere Plana sorpassò di gran lunga, nell'ambito della nostra Accademia, gli altri analisti della prima metà del secolo XIX e perciò, in considerazione dei limiti che ci siamo imposti fin dal principio in questa nostra esposizione, dedicheremo a lui solo questo secondo capitolo.

Plana lavorò negl'indirizzi di Eulero, Lagrange e Laplace. Di lui s'incontrano alcune ampie memorie e numerose note di Analisi pubblicate nella nostra Accademia, tutte rivelatrici di una eccezionale abilità di calcolo. Abilità che rifulge del resto anche in tutti i suoi poderosi lavori di geodesia e di astronomia.

Segnaliamo di Plana i tre seguenti lavori di Analisi, che rappresentano assai bene, nei loro diversi aspetti, la versatilità dell'autore.

30) « *Mémoire sur l'intégration des équations linéaires aux différences partielles du second et du troisième ordre* ». (Mém. Acad. Turin, 1809).

31) « *Mémoire sur divers problèmes de probabilité* ». (Mém. Acad. Turin, 1812).

32) « *Sur une nouvelle expression analytique des nombres Bernoulliens, propre à exprimer en termes finis la formule générale pour la sommation des suites* ». (Mém. Acad. Turin, 1820-21).

La memoria n. 30 è l'esordio scientifico di Plana. In essa egli parte dall'equazione lineare generale del second'ordine in tre variabili indipendenti:

$$A\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + B\frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} + C\frac{\partial^2 v}{\partial x \partial z} + D\frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + E\frac{\partial^2 v}{\partial y \partial z} + F\frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + G\frac{\partial v}{\partial x} + H\frac{\partial v}{\partial y} + I\frac{\partial v}{\partial z} + Kv + L = 0 \quad (^{23})$$

(23) A, B, C, ..., L: funzioni assegnate delle x, y, z.

già studiata da Legendre (nel 1787) con un metodo che Plana mette a confronto con quello ideato da Laplace (nel 1773) relativamente all'analoga, e più semplice, equazione in due variabili indipendenti. Legendre aveva dedotto il proprio metodo generalizzando e perfezionando quello di Laplace. Anche Plana generalizza e perfeziona il metodo di Laplace, ma in modo diverso, più semplice e più diretto, arrivando a risultati sostanzialmente equivalenti a quelli di Legendre. Una ricerca analoga egli fa poi, con successo, su una particolare equazione del 3° ordine, anch'essa già trattata da Legendre.

I problemi che Plana affronta e risolve nella memoria n. 31, riguardano « la probabilità d'ottenere una somma prefissata, quando si lanciano a caso un numero qualunque di poliedri le cui facce siano controsegnate da numeri positivi o negativi ».

I soliti problemi di lancio di dadi, ma quanto complicati! E qualcuno si sarà chiesto a che potessero ormai servire simili acrobazie, a un secolo e mezzo dalle prime ricerche del genere, di Pascal e Fermat. Ma Plana la pensa diversamente.

« Si potrebbe credere (egli scrive) che [simili problemi] siano più curiosi che utili. Ma, esaminando più da vicino la questione, non si tarda a riconoscere che il mio scopo principale è quello di dimostrare, in un modo semplice e rigoroso, le regole fondamentali relative alla scelta del valore medio dei risultati di più osservazioni [sperimentali]. È senza dubbio da questo punto di vista che i detti problemi debbono attirare l'attenzione dell'astronomo e del fisico. Quando si voglia sottomettere questa teoria ([24]) all'analisi delle casualità, è anzitutto necessario, per fissar meglio le idee, toglierle ciò ch'essa contiene d'incerto: questo è il motivo per cui m'è sembrato più semplice presentare questa teoria sotto forma di problemi riguardanti i poliedri. Il nostro pensiero, in tal modo, acquista l'abitudine di ragionare su oggetti semplici e chiari, oggetti che afferra con maggior prontezza e maggior chiarezza, passando poi, senza sforzi, alle più utili conseguenze ».

Queste considerazioni di Plana sono interessanti perché offrono un'interpretazione motivata e convincente del fatto « che appare come uno dei più straordinari di tutta la storia della matematica: l'aver saputo i fondatori del Calcolo delle Probabilità "cogliere il significato profondo e l'importanza teorica dei giochi d'azzardo" » ([25]).

La memoria n. 31 si riallaccia a precedenti ricerche di Laplace sulle probabilità. « Il mio scopo sarà raggiunto (esclama Plana) se l'Accademia

([24]) La teoria delle osservazioni sperimentali (La precisazione è nostra).

([25]) Cfr. P. DUPONT e C. S. ROERO, *Il trattato « De ratiociniis in ludo aleae » di Christiaan Huygens con le « Annotationes » di Jakob Bernoulli (« Ars Conjectandi », parte I) presentati in traduzione italiana, con commento storico-critico e risoluzioni moderne* (Mem. Accad. Sc. Torino, 1984), pp. 8, 30.

riconoscerà che ho dato qualche sviluppo alle idee di questo grand'uomo ».

La memoria n. 32 è certamente uno dei più importanti lavori d'analisi di Plana, noi crediamo anzi il più importante. Vi si trovano infatti due risultati che sono divenuti classici.

a) L'espressione dei numeri di Bernoulli d'indici pari, mediante integrali definiti:

$$B_{2p} = (-1)^{p-1}\, 4p \int_0^\infty \frac{x^{2p-1}}{e^{2\pi x}-1}\, dx \quad (^{26})$$

$$(p = 1, 2, 3, ...).$$

La ricerca di tale espressione appare tutt'altro che facile nel lavoro di Plana. Oggi essa la si può ottenere abbastanza facilmente, come ad es. fa S. Pincherle ne « *Gli elementi della teoria delle funzioni analitiche* », Parte I (Bologna 1922, pp. 144-146) [27].

b) Nell'importantissima e ben nota formula (detta « prima formula di Binet »)

$$\log \Gamma(z) = (z - \frac{1}{2}) \log z - z + \frac{1}{2} \log (2\pi) + \tilde{\omega}(z),$$

che fornisce il logaritmo della funzione euleriana di seconda specie, l'ultimo addendo è la funzione

$$\tilde{\omega}(z) = \int_0^\infty \left(\frac{1}{1-e^{-x}} - \frac{1}{x} - \frac{1}{2}\right) e^{-zx} \frac{dx}{x},$$

e questa s'incontra, per la prima volta, nel lavoro in esame. Essa fu, non molti anni dopo, ritrovata appunto da J. Ph. M. Binet (1839), e divenne classica attraverso le ricerche successive di A. Cauchy (1843) e di E. Catalan (1873).

Plana collega tale funzione ad una « formula sommatoria », alla quale egli arriva partendo da altra celebre dovuta ad Eulero, ma più generale e più semplice di questa. Tale deduzione, nel lavoro di Plana, è fatta in modo puramente formale e si ritrova identica anche in lavori di Abel (« *Oeuvres complètes d'Abel* », édit. Sylow-Lie, vol. I, pp. 11-27 e 34-39), talché la detta formula, è poi passata alla storia col nome di « formula sommatoria di Plana-Abel » [28].

[26] La notazione di tali numeri è qui quella di E. Cesàro, per cui si ha ad es.:

$$\frac{xe^x}{e^x-1} = 1 + \frac{x}{2} + B_2\frac{x^2}{2!} + B_4\frac{x^4}{4!} + B_6\frac{x^6}{6!} + ...$$

[27] Lo stesso Pincherle osserva che il procedimento di Plana non è del tutto rigoroso, e che non lo è neppure quello di J. Bertrand (« Calcul intégral », Paris 1870, p. 142).

[28] Per una trattazione moderna di tali questioni, v. per es. L. GATTESCHI, *Funzioni speciali* (Torino 1973), cap. I, particolarmente alle pp. 14 e 23.

III. DOPO IL 1850

La seconda metà del secolo XIX e la prima del secolo XX segnano un periodo di progressiva ripresa, per l'Analisi Matematica, da parte della nostra Accademia. Se non si può dire che la ripresa raggiunse poi le vette gloriose del primo periodo (v. Cap. I), ciò è dovuto alle seguenti ragioni fondamentali.

Il primo periodo era stato dominato dalla personalità eccelsa di Lagrange, il quale aveva amato l'Accademia, da lui stesso fondata, con l'amore che un padre può avere per il figlio. Egli aveva pubblicato nell'Accademia non solo lavori di analisi di grande interesse, e noi ne abbiamo elencati ben 13 (i nn. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19), ma, fra questi, alcuni possono ben considerarsi d'importanza somma per la storia della matematica fino ai giorni nostri. Il lettore, che ha avuto la pazienza di seguirci, ha potuto, anche se non specializzato nell'analisi, individuarli egli stesso con la massima evidenza. Sono lavori che Lagrange aveva riservato alla nostra Accademia, proprio per il doppio amore ed orgoglio ch'egli nutriva per la propria creazione scientifica da un lato, per il proprio Istituto dall'altro.

L'autorità di Lagrange aveva agito come polo d'attrazione per numerosi matematici di statura comparabile alla sua: Eulero (nn. 7, 9, 10, 14, 15), D'Alembert (nn. 8, 20), Laplace (n. 24), Condorcet (nn. 21, 22, 23), Monge (nn. 25, 26, 27).

Ciò non è accaduto nel nuovo periodo, cioè dopo il 1850. Non che non siano stati soci dell'Accademia degli analisti di grandezza paragonabile a quella di Lagrange (ad es. C. F. Gauss, C. Weierstrass, J.-H. Poincaré, Ch.-E. Picard, D. Hilbert), ma di questi non compaiono lavori negli Atti della nostra Accademia. Di altri grandi analisti, che naturalmente citeremo, compaiono sì alcuni lavori — ma pochi, mentre pochissimi incontreremo di quelli che gli autori stessi, con ogni verosimiglianza, valutarono come i migliori o i più importanti della propria produzione.

Le ragioni di questo fenomeno storico sono chiaramente identificabili nelle mutate condizioni politiche e culturali anzitutto dell'Italia, ma anche di tutto il mondo occidentale, col diffondersi e il moltiplicarsi delle università e dei centri di studio, e conseguentemente di riviste prestigiose che, con lo specializzarsi delle ricerche, sono gradualmente divenute esse stesse sempre più specializzate.

Veniamo dunque ai principali lavori di questo periodo.

33) Angelo Genocchi, « *Intorno alla formazione e integrazione di alcune equazioni differenziali nella teoria delle funzioni ellittiche* ». (Memoria Accad. Torino, vol. 23, 1866).

La ricerca fa seguito a celebri lavori di Jakobi, e in particolare a un teorema, di quest'ultimo, relativo alla trasformazione delle funzioni ellittiche.

Jakobi era giunto a certe equazioni differenziali ordinarie e ad altre a derivate parziali, la cui risoluzione avrebbe dovuto facilitare grandemente il calcolo effettivo della cosiddetta « funzione trasformata ».

Genocchi riesce a integrare le dette equazioni differenziali ordinarie, mediante calcoli molto complessi e raffinati e applicando metodi già iniziati da Abel e proseguiti da Liouville e da Cebiceff.

Tratta infine varie questioni di contorno, che lo portano a certe applicazioni alle equazioni algebriche.

34) Angelo Genocchi, « *Dimostrazione d'una formula di Leibniz e Lagrange e di alcune formule affini* » (Mem. Accad. Torino, vol. 26, 1871).

L'autore riprende alcune formule riguardanti i fondamenti del calcolo differenziale, che si trovano in lavori di Leibniz e di Lagrange (1768), formule che non erano state ancora correttamente dimostrate, malgrado fossero state studiate anche da Pfaff e da Jakobi.

Genocchi non solo dimostra perfettamente tali formule, ma giunge anche a dare l'espressione generale dei differenziali successivi degli ordini -1, -2, -3, ... d'un prodotto, il che significa (secondo le sue definizioni) l'espressione generale delle successive funzioni primitive d'un prodotto di due date funzioni.

La ricerca porta Genocchi a studiare certi sviluppi in serie analoghi alla serie di Taylor, in particolare le condizioni e la rapidità di convergenza di tali serie. Accenna infine a una possibilità di generalizzare il problema al caso di ordini, razionali ma non interi, di differenziali successivi.

35) Charles Hermite, « *Sur l'intégrale* $\int_0^1 \frac{z^{a-1} - z^{-a}}{1 - z} dz$ »

(Nota Accad. Torino, vol. 14, 1878).

Lo studio di questo integrale viene fatto sviluppando idee che si trovano accennate nell'opera di Cauchy: « *Nouveaux Exercices d'Analyse et de Physique Mathématique* » (1840), e più precisamente nel capitolo: « *Mémoire sur la théorie des intégrales définies singulières, appliquée généralement à la détermination des intégrales définies, et en particulier à l'évaluation des intégrales Eulériennes* », oltre che nella memoria « *Sur les intégrales prises entre les limites imaginaires* ».

Poiché l'integrale del titolo, calcolato direttamente (essendo la metà dell'integrale esteso da 0 ad ∞, a sua volta uguale a $2\pi \operatorname{ctg} \pi a$), può essere immediatamente sviluppato in serie, si ottiene la formula:

$$\pi \operatorname{ctg} \pi a = \frac{1}{a} + \frac{2a}{a^2 - 1} + \frac{2a}{a^2 - 4} + \frac{2a}{a^2 - 9} + \dots,$$

già precedentemente studiata da Eisenstein.

Hermite, con grande abilità di calcolo, ne deduce varie interessanti proprietà degl'integrali euleriani.

36) Giuseppe Peano, « *Sull'integrabilità delle equazioni differenziali di primo ordine* » (Nota Accad. Torino, vol. 21, 1886).

A. L. Cauchy aveva dimostrato, per primo (1821) l'esistenza e l'unicità della soluzione $y = y(x)$ di un'equazione differenziale ordinaria, del 1° ordine e in forma normale:

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y),$$

della quale sia prefissata la condizione iniziale, nell'ipotesi che il secondo membro $f(x, y)$ sia una funzione monogena delle variabili.

La dimostrazione di Cauchy era stata rielaborata e, in parte, semplificata da vari autori. Lipschitz (1876) era riuscito a dimostrare l'esistenza e l'unicità della soluzione $y(x)$, nell'ipotesi della cosiddetta « continuità lipschitziana » della $f(x, y)$. Volterra (1881) aveva fatto ancora un ulteriore passo avanti.

In questa nota, Peano dimostra l'esistenza di una soluzione, nell'ipotesi della semplice *continuità* della $f(x, y)$. Quanto all'unicità della soluzione, egli riesce qui a dimostrarla sotto la condizione restrittiva che la $f(x, y)$ sia dotata di derivata parziale $f_y'(x, y)$ limitata.

L'unicità della soluzione, supponendo la continuità della $f(x, y)$ di tipo leggermente più generale di quella di Lipschitz, Peano riuscirà a dimostrarla soltanto in un successivo lavoro pubblicato nei « Mathematische Annalen » (1890), ove entrambi i risultati vengono anche generalizzati ai sistemi di equazioni differenziali ordinarie del prim'ordine.

Con questo lavoro, Peano s'inserì, si potrebbe dire, in una vera e propria disputa internazionale. Ma il lavoro, per lungo tempo e immeritatamente, non fu riconosciuto o lo fu solo marginalmente. Per quali ragioni? Il prof. A. Terracini scrisse in proposito: « Il lavoro in questione è presentato in modo modesto, ciò che deve aver contribuito al poco rilievo datogli nel mondo matematico » [29]. Io credo invece che la ragione principale sia dipesa dalle difficoltà di lettura del successivo lavoro che Peano pubblicò nei « Mathematische Annalen », di cui sopra. Tale lavoro, scritto in lingua francese e rilevante anche per altri spunti originali [30], che avrebbe potuto divulgarsi con forza

[29] A. Terracini, *Ricordi di un matematico* (Roma, Ediz. Cremonese 1968, p. 37).

[30] Vi si trova per es., « per la prima volta enunciato e rifiutato (come estraneo alla

ed ampiezza, si presenta invece di lettura molto difficile, sia per la sua mole ([31]), sia perché le dimostrazioni in esso contenute sono tutte simboliche, cioè espresse coi simboli propri della logica peaniana (di cui parleremo in appresso, v. n. 38).

Comunque sia, Peano si trovò coinvolto in polemiche, o almeno dovette rivendicare la priorità della propria scoperta, di fronte a numerosi illustri analisti: E. Picard ([32]), C. Arzelà ([33]), O. Nicoletti ([34]). E quando, molti anni dopo (1915), O. Perron, « pur seguendo una suggestione che veniva per altra via dall'opera di Peano, ad essa si trovò ricondotto, per alcuni anni al Perron fu attribuito il merito ». (A. Terracini ([35])).

37) Giuseppe Peano, « *Integrazione per serie delle equazioni differenziali lineari* » (Nota Accad. Torino, vol. 22, 1887).

Anche per questo lavoro si dovette rivendicare la priorità di Peano. Si tratta del cosiddetto metodo delle integrazioni successive, o delle approssimazioni successive, spesso attribuito, ma impropriamente, a E. Picard ed E. Lindelöf (1891-94).

Peano considera un sistema del tipo:

$$\frac{dx_i}{dt} = \sum_{j=1}^{n} r_{ij}\, x_j \qquad (5)$$

($i = 1, 2, ..., n$; n intero > 1, arbitrario),

nel quale le r_{ij} sono funzioni reali, rispetto alla t, in tutto un intervallo $[p, q]$, ed ivi continue. Il procedimento da lui escogitato, viene testualmente così descritto:

« Si sostituiscano, nei secondi membri delle n equazioni (5), ai posti delle $x_1, x_2, ..., x_n$, n costanti arbitrarie $a_1, a_2, ..., a_n$, e s'integri fra t_o e t ($p \leqslant t_o \leqslant q$, $p \leqslant t \leqslant q$); si otterranno n funzioni $a'_1, a'_2, ..., a'_n$ della t. Si sostituiscano analogamente, nei secondi membri delle (5), ai posti delle $x_1, x_2, ..., x_n$, le funzioni $a'_1, a'_2, ..., a'_n$ e s'integri fra t_o e t; si otterranno n nuove funzioni

logica ordinaria) il principio delle infinite scelte arbitrarie, detto comunemente postulato di Zermelo, il quale però lo enunciò solo nel 1904 » (U. Cassina).

([31]) 52 pp. nel vol. I delle *Opere scelte* di Peano (Roma, Cremonese, 1957).

([32]) Lavori del 1891 sul *Bulletin de la Soc. mathém. de France*, vol. XIX, e *Nouvelles Annales de mathém.*, vol. X.

([33]) Lavoro del 1895 in R. Accad. delle Sc., Bologna.

([34]) Lavoro nei Rendic. Accad. Lincei 1895.

([35]) Loc. cit in nota ([29]). Come conferma di questa valutazione di Terracini, si veda (ancora in data 1929!) il *Repertorium der höheren Analysis* di E. Pascal e E. Salkowski (Ediz. Teubner, Lipsia e Berlino), vol. I_3, p. 1096.

$a''_1, a''_2, ..., a''_n$. Operando sulle $a''_1, a''_2, ..., a''_n$ così come si era fatto sulle $a'_1, a'_2, ..., a'_n$, si otterranno certe funzioni $a'''_1, a'''_2, ..., a'''_n$, e così di seguito ».

Orbene « le n serie che così si otterranno:

$$x_1 = a_1 + a'_1 + a''_1 + ..., ..., x_n = a_n + a'_n + a'' + ...$$

risulteranno convergenti in tutto $[p, q]$; le loro somme saranno delle funzioni della t, che soddisferanno al sistema (5) e che, per $t = t_o$, assumeranno rispettivamente i valori $a_1, a_2, ..., a_n$ ».

Questa nota venne ripubblicata, l'anno seguente, nei Mathematische Annalen, tradotta in francese. Nella traduzione, Peano introduce alcune modifiche che possono ritenersi inessenziali, a parte quelle di carattere formale. La più importante di queste consiste nel riassumere l'intero sistema (5) in complessi di n coordinate (numeri e funzioni reali), e quindi l'intero procedimento di approssimazioni successive in forma complessa ([36]).

38) Giuseppe Peano, « *Studi di logica matematica.* » (Nota Accad. Torino, vol. 32, 1896-97).

Questo lavoro ha grande interesse per tutto l'arco di ricerche di logica matematica, cui Peano si dedicò per decenni. L'interesse consiste in questo: che, in esso, Peano sente il bisogno di riassumere tutto ciò che, in argomento, egli ha fatto precedentemente, di decantarlo, di precisarlo.

Dopo una lunga introduzione dedicata a citare e commentare sia i precursori (Schröder, Boole, Peirce, Mc Coll, Frege ecc., oltre, s'intende, il sommo Leibniz), sia i lavori precedenti di sé e dei collaboratori (Pieri, Vailati, Castellano, Burali Forti, Giudice, Vivanti, Bettazzi, Fano), Peano passa ad esporre le sue « idee primitive » e poi le sue « definizioni ». Naturalmente sia le une che le altre subiranno delle modifiche, anche rilevanti, nei decenni successivi.

Qui tutta la costruzione è fatta adoperando i simboli seguenti:

1) le lettere $a, b, ..., x, y, z$, a indicare oggetti qualunque, variabili col variare della proposizione che ad essi si riferisce;

2) le parentesi e i punti per suddividere una formula (una proposizione) in parti;

3) la lettera K a indicare genericamente una « classe » ([37]);

4) il segno ε, che si legge « è un » e che « rappresenta (dice Peano)

([36]) La metodologia di un simile procedimento formale è un'ardita anticipazione di quanto sarebbe stato fatto molti decenni più tardi, con linguaggio assai più generale, dalla scuola dei bourbakisti e da altri analisti appassionati di astrattismo. Si pensi che, all'epoca, le teorie vettoriali erano appena agl'inizi. Peano ha cura di citare, nel merito, i suoi predecessori: Grassmann, Hamilton, Cayley, Sylvester, e di dedicare alcune pagine iniziali del lavoro, ai princìpi fondamentali del metodo.

([37]) Tale lettera, in successivi lavori di Peano, sarà sostituita dal simbolo Cls.

l'idea che si ha dal termine [latino] « est », ove si faccia astrazione dal modo, tempo e persona »;

5) il segno $\supset$ a indicare genericamente deduzione;

6) il segno $\cap$ (che molto spesso è sottinteso) a indicare moltiplicazione logica;

7) il segno $=$ che si legge « uguale », nel senso di identità (si può leggere anche « è la stessa cosa che »);

8) il segno Λ, considerato come classe, a indicare (dice Peano) « la classe nulla, cioè non contenente alcun individuo »;

9) il segno $\cup$ a indicare addizione logica;

10) il segno V a indicare il tutto.

Di questi segni, l'autore usa qui soltanto quelli dei nn. 1-7, per enunciare le sue idee primitive. Queste sono rese comprensibili dalle regole che l'autore prescrive, per combinare fra loro i segni nn. 1-7.

Così per es., per l'uso del segno ε (n. 4), egli spiega che una formula come $x \varepsilon a$ (essendo a una classe), si deve leggere « x è un a »; per quello del segno $\supset$, che una formula come

$$p \supset_{xy...z} q$$

nella quale p, q indicano proposizioni contenenti certe lettere variabili $x, y, ..., z$, si deve leggere: « qualunque siano i significati attribuiti alle $x, y, ..., z$, purché queste rendano vera la p, esse rendono vera anche la q » ([38]).

I segni nn. 8-10 ed altri ancora ([39]) vengono introdotti nelle definizioni.

Ciò che qui abbiamo fugacemente e sommariamente richiamato, è sufficiente, crediamo, a rendere evidenti due valutazioni:

a) per chiunque conosca, anche poco, l'opera di Peano come logico matematico nella sua totalità, la valutazione degli sforzi che gli costò il giungere agli ultimi e più perfezionati lavori in argomento;

b) Peano è giustamente ricordato come uno dei padri della logica matematica. Per quanto egli proclamasse l'interesse e l'importanza di questi suoi studi, è persino lecito dubitare che egli potesse allora prevederne tutta l'importanza per i futuri sviluppi in campo internazionale. Ben lo capirono, poco dopo, B. Russell, D. Hilbert e altri.

39) Salvatore Pincherle, « *Sulle operazioni distributive commutabili con un'operazione data* ». (Nota Accad. Torino, vol. 30, 1894-95).

([38]) Introduzione surrettizia della quantificazione universale.

([39]) Per es. il punto e virgola per unire due oggetti in una coppia ordinata; il segno $\sim$ per indicare negazione; il segno $\bar{\iota}$ (in seguito sostituito con ι) premesso ad una lettera a indicante una classe formata da un unico elemento, per indicare questo stesso elemento, ecc.

La nota s'inquadra nelle vedute dell'Autore anticipatrici dell'Analisi Funzionale in senso astratto, fondate sul concetto di spazio o campo funzionale.

Da una nota lincea da lui pubblicata pochi mesi prima, dal titolo più generale: « *Sulle operazioni funzionali distributive* » e riguardante precisamente quelle operazioni che, applicate ad una funzione analitica, dànno come risultato una funzione analitica, Pincherle deduce che ogni siffatta operazione, può rappresentarsi formalmente come un integrale definito

$$\int A(x,y)\,\varphi(y)\,dy, \tag{6}$$

ivi essendo $A(x,y)$ una funzione di due variabili (quella che, pochi anni dopo, avrebbe preso il nome di « nucleo »), la cui natura dipende dalle proprietà dell'operazione considerata [40]. Vito Volterra aveva fatto notare a Pincherle che le operazioni funzionali distributive, così considerate, possono assumersi come il primo anello della catena di operazioni funzionali rappresentate dai successivi termini dello sviluppo in serie (estensione del noto sviluppo di Taylor) che lo stesso Volterra aveva fatto conoscere nella sua nota lincea: « *Sopra le funzioni che dipendono da altre funzioni* ».

Pincherle vede nelle operazioni distributive, in tale ordine d'idee e considerate nel campo delle operazioni funzionali generali, l'analogo delle funzioni lineari nel campo delle funzioni. Ritiene perciò che il metodo da lui ideato, che prescinde dalla rappresentazione dell'operazione sotto forma d'integrale, faciliti la considerazione del prodotto (o sovrapposizione) di due o più operazioni distributive, e prevede acutamente che esso « si presterebbe con analoghi vantaggi allo studio delle operazioni più complesse rappresentate dai termini d'ordine superiore nel ricordato sviluppo del prof. Volterra ».

La storia dell'Analisi del secolo XX, nella quale occupa un posto notevole la teoria dei funzionali analitici di L. Fantappié, gli ha dato per un verso ragione. Ma, per altro verso, soprattutto i grandi lavori che immediatamente seguirono la presente nota, sulle equazioni integrali di prima e seconda specie (Volterra, a partire dal 1896, v. in appresso il n. 41, poi E. I. Fredholm), infine tutti gli sviluppi dell'analisi funzionale moderna, come s'è già detto, valsero ad orientare l'opinione pubblica dei matematici verso il nuovo ordine di studi.

Qui l'autore, incoraggiato anche da due note, sullo stesso argomento, pubblicate nel frattempo dal giovanissimo Levi - Civita (sui Rendic. dell'Istituto Lombardo), riprende l'argomento introducendo l'ipotesi, restrittiva ma assai feconda, della commutabilità. Particolarmente studiate sono qui le proprietà gruppali delle operazioni in questione.

[40] S'intende che all'integrale (6) dovranno essere aggiunte, caso per caso, le indicazioni degli estremi. Ma qui ciò non vien fatto non interessando, in questa fase iniziale della teoria, che tali estremi siano fissi o eventualmente variabili (s'intende, in funzione della x).

Gli studi di Pincherle sull'argomento, continuati ancora per anni, erano destinati a concludersi nel noto trattato del 1901 in collaborazione con Ugo Amaldi e, più tardi, in un ampio ed importante articolo dell'Enciclopedia tedesca delle Scienze Matematiche.

40) G. M. Mittag-Leffler, « *Sulla rappresentazione analitica di un ramo uniforme di funzione monogena* ». (Atti Accad. Torino, vol. 34, 1898-99).

Si tratta di una nota nell'ordine d'idee della teoria del Weierstrass sulle funzioni analitiche, precisamente della memoria: « *Zur Theorie der Potenzreihen* », pubblicata da questi nel 1841.

L'autore risolve il problema della rappresentazione di un ramo uniforme di funzione monogena, entro una regione semplicemente connessa interamente contenuta nel massimo prolungamento possibile, regione che risponde al famoso concetto di « stella » legato al suo nome.

La rappresentazione ottenuta dall'autore consiste in una successione di polinomi, i cui coefficienti sono i valori della funzione prefissata e delle sue successive derivate nell'origine, ma (per così dire) « corretti », oltre che dalle inverse dei corrispondenti fattoriali, anche da opportune costanti moltiplicative.

A questa nota, nello stesso volume degli « Atti », Volterra fa immediatamente seguire la nota:

« *Sopra alcune applicazioni della rappresentazione analitica delle funzioni del prof. Mittag-Leffler* ».

Si tratta di applicazioni, che Volterra giudica importanti, a questioni di dinamica, in casi nei quali si presume che gli elementi incogniti siano esprimibili come funzioni analitiche del tempo (inteso come variabile complessa).

41) Vito Volterra, « *Sulla inversione degli integrali definiti* ». (Atti Accad. Torino, vol. 31, 1895-96).

È uno dei primi lavori, nella Storia dell'Analisi, riguardanti la teoria delle equazioni integrali, teoria in cui l'autore cita N. H. Abel come suo diretto precursore ([41]). È un lavoro d'importanza fondamentale perché, in esso, si trova dimostrato, sotto opportune ipotesi, il teor. d'esistenza e d'unicità della soluzione dell'equazione integrale di prima specie (cfr. sopra, il n. 39):

$$f(y) - f(a) = \int_a^y \varphi(x)\, H(x, y)\, dx,$$

nella quale $H(x, y)$ ed $f(y)$ sono funzioni assegnate, e $\varphi(y)$ è l'incognita.

([41]) Per il lavoro da lui pubblicato nel 1826 (« Solution de quelques problèmes à l'aide d'intégrales définies ») e al quale Eugenio Beltrami aveva anche dedicato un commento critico.

L'autore fornisce anche esplicitamente la soluzione $\varphi(y)$, come somma di una serie di funzioni integrali.

A questo importantissimo e fondamentale teorema, il matematico svedese Erik Holmgren, in una lettera inviata all'autore e pubblicata negli Atti dell'Accad., vol. 35 (1899-900), ha portato un interessante complemento. Il teorema figura, fra i primi, in tutti i classici trattati sulle equazioni integrali, a cominciare da quello dello stesso Volterra: « *Leçons sur les équations intégrales et les équations intégro-différentielles* » (Parigi, 1912).

42) Vito Volterra, « *Un teorema sugli integrali multipli* ». (Atti Accad. Torino, vol. 32, 1896-97).

Si tratta d'un lavoro sia di geometria che di analisi, ma che qui si cita particolarmente per l'importanza che esso presenta per i futuri sviluppi analitici dovuti allo stesso autore (teoria da lui chiamata delle « funzioni di linee »).

Volterra ricorda un semplice ed elementare teor. d'addizione delle funzioni trigonometriche, considerato come una proposizione di Calcolo Integrale. Esso dice che l'equazione differenziale

$$\frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} + \frac{dy}{\sqrt{1-y^2}} = 0$$

ammette un integrale algebrico e precisamente quello espresso dall'equazione in termini finiti:

$$x\sqrt{1-y^2} + y\sqrt{1-x^2} = \text{cost.}$$

Volterra ricorda anche che un'opportuna estensione di questo teor. aveva dato luogo alle prime scoperte nel campo delle funzioni ellittiche (Teor. di *Eulero*).

Ciò premesso, Volterra dimostra un teorema analogo per le funzioni reali di due variabili, e ciò lo porta di necessità alla considerazione di tre integrali doppi particolari. Generalizza il suo teorema anche alle funzioni di tre o più variabili. Infine comunica all'Accademia un lungo estratto di due lettere che Emile Picard gli aveva scritte a commento di questo suo lavoro (precedentemente comunicato a Picard in via privata).

43) Carlo Severini, « *Sulla rappresentazione analitica delle funzioni reali discontinue di variabile reale* » (Due note negli Atti Accad. Torino, vol. 33, 1897-98, e vol. 34, 1898-99).

In queste due note, l'autore si ispira ad un teor. fondamentale dimostrato da Weierstrass in lavori famosi ([42]). Nella prima nota egli dimostra il seguente teorema:

([42]) « Ueber die analytische Darstellbarkeit sogenannter willkürlichen Funktionen einer reellen Veränderlichen » (1885).

« Se $f(x)$ è una funzione ad un valore, reale per ogni valore reale della variabile, che ammette un limite superiore finito per i suoi valori assoluti, ed integrabile in ogni intervallo finito, si può costruire, in infiniti modi, un polinomio razionale intero, il quale rappresenti la funzione medesima, a meno di una quantità $\varepsilon > 0$ piccola a piacere, per tutti i punti di un « campo », composto di un numero finito di tratti, presi in un intervallo finito (x_1, x_2), comunque prefissato, e l'ampiezza complessiva dei quali sia prossima quanto si vuole all'ampiezza $x_2 - x_1$ dell'intervallo ».

La seconda nota porta dei complementi e delle precisazioni alla prima.

Questo lavoro ha avuto, per quasi mezzo secolo, importanti conseguenze in ricerche riguardanti i fondamenti della teoria delle funzioni di variabili reali. I matematici russi Egoroff e Lusin ne diedero delle generalizzazioni che valsero poi anche a Leonida Tonelli lo sviluppo della sua teoria delle funzioni quasi continue e dell'integrale di Lebesgue.

Citiamo ora, di passaggio, la memoria [43] di Giuseppe Lauricella, « *Sull'equazione delle vibrazioni delle placche incastrate* ». (Atti Accad. Torino, vol. 46, 1896) che diede lo spunto a tre note molto interessanti. Queste le citiamo insieme, per avere esse lo stesso titolo. Ma, a causa dei limiti che la presente esposizione è obbligata a rispettare, ci tratterremo soltanto sulla terza di esse, che è indubbiamente la più rilevante.

44, 45, 46) « *Sull'integrazione dell'equazione differenziale*

$$\Delta_2\Delta_2 u = 0 \text{ »} \quad (\Delta_2, \text{laplaciano} = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}),$$

rispettivamente di:

Giuseppe Lauricella (in Atti Accad. Torino, vol. 31, 1895-96);
Emilio Almansi (in Atti Accad. Torino, vol. 31, 1895-96);
Tullio Levi - Civita (in Atti Accad. Torino, vol. 33, 1897-98).

Lauricella si limita a studiare il problema relativamente ad un campo di forma circolare. Levi - Civita si associa anzitutto a Lauricella, osservando che, in linea di principio, l'ipotesi del campo circolare non è restrittiva, essendo pur sempre lecito passare, mediante un'opportuna rappresentazione conforme, dal campo assegnato a quello circolare.

Ciò premesso, e mantenendo l'ipotesi generale relativa alla forma del campo, Levi - Civita dimostra che il problema può tradursi in altro di tipo algebrico: nella risoluzione cioè di un certo sistema di infinite equazioni algebriche lineari con infinite incognite, i cui coefficienti sono numeri calcolabili.

Levi - Civita affronta infine il problema dell'effettiva risoluzione del detto

[43] « Di passaggio », perché di competenza sostanzialmente estranea all'Analisi.

sistema, ma vi riesce solo sotto ipotesi geometriche restrittive, riguardanti il contorno del campo d'integrazione. Tuttavia, con un metodo che presenta certe analogie con altro precedentemente ideato da Volterra, e che richiede un'elaboratissima tecnica di calcolo, Levi - Civita arriva, da ultimo, ad un'espressione esplicita della soluzione (sempre nelle accennate ipotesi geometriche restrittive).

Con queste tre note si è però solo agli albori della teoria dell'integrazione dell'equazione differenziale proposta e di altre analoghe, teoria che fu poi ripresa alcuni anni più tardi, venne coltivata ancora attraverso decenni, suscitando anche nuove idee e feconde applicazioni nel calcolo numerico.

47) Giacinto Morera, « *Sulla definizione di funzione di una variabile complessa* » (Atti Accad. Torino, vol. 37, 1901).

A seguito di due sue precedenti note, pubblicate l'una nei Rendic. Ist. Lombardo (1886), l'altra nella « Rivista di matematica » diretta da Peano (1896), Morera approfondisce il proprio celebre teorema sull'inversione di quello, ben noto, di Cauchy, dell'integrale nullo di una funzione monogena.

Dà, in quest'ordine d'idee, una nuova definizione di funzione di variabile complessa, definizione che, a priori, appare più generale di quella di Cauchy. Egli accenna infine alle ipotesi aggiuntive, dalle quali sia possibile dedurre l'effettiva identificazione delle due definizioni, tramite l'applicazione della notissima formula di Green.

Queste tre note di Morera vennero riconosciute di grande importanza da tutti gli studiosi delle funzioni analitiche. Osgood, nella II edizione del suo trattato (1912), diede una notevole generalizzazione del teor. di Morera. Si riuscì anche facilmente a liberarsi dall'applicazione della formula di Green, in armonia con un risultato analogo già precedentemente ottenuto da Goursat (1884) nella dimostrazione del teor. inverso (cioè nella dimostrazione del teor. di Cauchy).

48) Guido Fubini, « *Alcuni nuovi problemi, che si presentano nella teoria delle equazioni alle derivate parziali* » (Atti Accad. Torino, vol. 40, 1904-05).

In questa nota vengono studiati alcuni tipi di equazioni in due variabili indipendenti di genere iperbolico, particolarmente una già incontrata da Goursat (1904), del quale viene generalizzato, col prescrivere altre e più generali condizioni ai limiti, un importante teorema.

Fubini passa poi a studiare, con metodi analoghi, delle equazioni in tre o più variabili indipendenti, nelle ipotesi che esse si presentino risolte rispetto a certe derivate miste di ordine massimo, e che i secondi membri soddisfino alle note condizioni di Lipschitz. In questo studio, Fubini si riallaccia a precedenti lavori di Luigi Bianchi e di Onorato Nicoletti (del 1897).

Incidentalmente Fubini si occupa, a proposito delle dette equazioni, di un problema che si può considerare come una generalizzazione del problema dell'inversione degl'integrali definiti. (Così viene da lui chiamato). In ciò Fubini s'incontra con ricerche ch'erano state già avviate da Le Roux (nel 1895), da Goursat (v. sopra) e da Pietro Burgatti (1903).

In realtà si tratta di un problema di risoluzione, per approssimazioni successive, di un'equazione integrale di tipo Fredholm, la cui teoria, a quell'epoca, era stata appena iniziata dal grande matematico svedese (cfr. sopra, n. 39).

Infine Fubini studia le equazioni le cui caratteristiche sono in parte reali, in parte immaginarie.

49) Giuseppe Vitali, « *Sulle funzioni integrali* » (Atti Accad. Torino, vol. 40, 1904-05).

In questa nota viene data la celebre definizione di funzione assolutamente continua, che entrò poi subito nella teoria dell'integrale di Lebesgue, rivelandosi essenziale e feconda di nuovi importantissimi risultati, ad opera dello stesso Vitali, oltre che di Lebesgue, di De la Vallée Poussin, di Hobson, di Tonelli e di molti altri.

Vitali dimostra il teor. fondamentale: « Condizione necessaria e sufficiente affinché una funzione, assegnata in un intervallo (a, b) dell'asse reale, sia ivi una funzione integrale (nel senso di Lebesgue), è che essa sia assolutamente continua in (a, b) ».

Di questo teorema Vitali fa qui le prime importanti applicazioni.

50) G. Vitali, « *Sui gruppi di punti e sulle funzioni di variabili reali* » (Nota Accad. Torino, 43, 1907-08).

Contiene un celebre teorema, detto di « copertura » degl'insiemi di punti contenuti in un segmento, o rispettivamente in un quadrato. Vitali ne fa numerose applicazioni alla teoria della misura degl'insiemi, a quella delle funzioni continue e a quella delle funzioni sommabili (cioè integrabili secondo Lebesgue).

Infine Vitali generalizza la sua precedente definizione di funzioni assolutamente continue, a quelle in due variabili indipendenti, ed accenna alle proprietà a cui queste soddisfano, in analogia a quanto precedentemente aveva dimostrato per le funzioni di una sola variabile reale. Questa nota diede origine a numerose profonde ricerche da parte di C. Carathéodory (1918), di Erich Kamke e di altri.

51) Leonida Tonelli, « *Sul problema della superficie limitata da un dato contorno ed avente la minima area* ». (Nota Accad. Torino, 72, 1936-37).

Tonelli fa seguito ad una memoria di Douglas (del 1931) e ad una propria nota lincea (del 1936), dal titolo: « *Sul problema di Plateau* », lavori nei quali era stato dimostrato che la soluzione del problema di Plateau è indipendente dal teorema di Schwarz sulla rappresentazione conforme (in senso generalizzato) delle superfici poliedriche, quando si supponga che il contorno, prefissato nello spazio, sia una curva di Jordan, chiusa e semplice, che si proietti senza duplicazioni sul piano xy in una curva convessa.

In questa nota Tonelli dimostra che anche la soluzione del problema della minima area (intendendo la definizione di « area » nel senso di Lebesgue) può essere ottenuta indipendentemente dal detto teor. di Schwarz.

52) Francesco Tricomi, « *Autovalori e autofunzioni del nucleo di Hankel* » (Nota Accad. Torino, 71, 1935-36).

L'autore studia gli autovalori e le autofunzioni dell'equazione integrale, singolare ed omogenea:

$$F(x) - \lambda \int_0^\infty J_\nu(2\sqrt{xy})\, F(y)\, dy = 0,$$

nella quale J_ν è funzione di Bessel di prima specie, e l'integrale indicato esprime la « trasformazione di Hankel » $H_x^{(\nu)}\, [F(y)]$.

L'autore dimostra che, per la detta equazione integrale, esistono solo i due autovalori $\lambda = \pm 1$, ma che questi sono di rango infinito, cioè che a ciascuno di essi corrispondono infinite soluzioni, non identicamente nulle e linearmente indipendenti, dell'equazione.

L'autore aveva ricondotto la trasformazione di Hankel a quella di Laplace:

$$\mathrm{L}_s\, [\Phi(t)] = \int_0^\infty e^{-st}\, \Phi(t)\, dt,$$

con un particolare procedimento da lui stesso proposto, in due note lincee (1935). Di tale procedimento egli qui si vale nella dimostrazione del teorema enunciato. Dà infine delle formule con cui tutte le autofunzioni possono esser calcolate e ne fornisce alcune applicazioni.

Questa nota di Tricomi ne suggerì un'altra all'analista ungherese

53) Arthur Erdélyi, « *Sulla trasformazione di Hankel pluridimensionale* ». (Nota Accad. Torino, 72, 1936),

nella quale si segue un procedimento analogo, cioè si esprime la trasformazione di Hankel pluridimensionale per mezzo di quella di Laplace pluridimensionale, e vengono poi determinati autovalori ed autofunzioni del nucleo di Hankel pluridimensionale.

54) Francesco Tricomi, « *Generalizzazione di una formula asintotica sui polinomi di Laguerre e sue applicazioni* » (Nota Accad. Torino, 76, 1941).

L'autore mostra come la formula cui accenna nel titolo (sui polinomi di Laguerre classici

$$L_n(t) = \frac{e^t}{n!}\frac{d^n}{dt^n}(e^{-t}t^n),$$

cioè con l'indice superiore $\alpha = 0$), possa generalizzarsi al caso $\alpha \neq 0$ ([44]), ricavandone così, fra l'altro, delle formule asintotiche pei polinomi di Hermite, analoghe ma pur diverse da quelle note a quel tempo, e forse anche preferibili.

Tricomi mostra inoltre come la formula in discorso possa essere utilizzata per la determinazione approssimata degli zeri dei polinomi di Laguerre (e quindi anche di quelli di Hermite), determinazione che può raggiungere un alto grado di precisione. Infine egli richiama l'attenzione su una semplice proprietà di tali zeri, che non era stata ancora mai osservata.

55) Francesco Tricomi, « *Sulle funzioni di Bessel di ordine e argomento pressoché uguali* » (Nota Accad. Torino, 83, 1948).

A seguito di ampie ricerche sui polinomi di Laguerre, nelle quali la nota precedente emerge come uno dei punti più salienti, Tricomi studia ora, con metodi analoghi, il comportamento asintotico delle funzioni di Bessel, nel caso critico in cui la variabile indipendente, o argomento x, sia prossima all'ordine ν (supposto reale e positivo). Tricomi perviene così, con tutto rigore, a delle semplicissime formule asintotiche binomie, sia per le funzioni $J_\nu(x)$ che per le $N_\nu(x)$, nelle quali i primi termini risultano equivalenti ad espressioni, già note, dovute a Nicholson.

56) Mauro Picone, « *Criteri sufficienti per il minimo assoluto di un integrale bidimensionale del second'ordine nello scalare minimante e conseguenti limitazioni per gli autovalori di un parametro da cui dipende un'equazione euleriana a derivate parziali del quart'ordine* » (Nota Accad. Torino, 95, 1961).

L'autore considera un integrale

$$\int_D f(x, y; z, z'_x, z'_y, z''_{x^2}, z''_{xy}, z''_{y^2})\, dx\, dy,$$

esteso a un dominio D, cosiddetto regolare, del piano xy, di una funzione f

([44]) Cioè in polinomi aventi l'espressione:

$$\overset{(\alpha)}{L_n}(t) = \frac{e^t t^{-\alpha}}{n!}\frac{d^n}{dt^n}(e^{-t}t^{n+\alpha}).$$

che dipenda dalle x, y, sia direttamente che indirettamente tramite una funzione incognita $z = z(x, y)$ ed una o più delle derivate parziali

$$z'_x, z'_y, z''_{x^2}, z''_{xy}, z''_{y^2}.$$

Picone dimostra alcuni criteri sufficienti di minimo assoluto per un tale integrale e ne deduce dei teoremi di unicità per l'equazione di Eulero competente alla f.

Nel caso poi che la f dipenda anche da un parametro reale λ, Picone trova delle condizioni sufficienti affinché un qualunque intervallo dell'asse reale λ sia privo di autovalori.

Franco Fava

IL CONTRIBUTO DELL'ACCADEMIA ALLO SVILUPPO DELLA GEOMETRIA

Scopo di questa conferenza è presentare una panoramica dei contributi più significativi che, con le sue pubblicazioni, l'Accademia delle Scienze portò allo sviluppo della geometria da quando — come «Società privata torinese» (1757) — ebbe inizio la sua attività.

Il lavoro di consultazione svolto mi ha consentito di individuare contributi di carattere geometrico in più di 500 pubblicazioni tra memorie e note.

Il materiale esaminato mi ha indotto, nel predisporre questa rassegna storico-scientifica, ad adottare una suddivisione dei contributi secondo epoche e, allorché è stato possibile, secondo indirizzi di ricerca.

Ho così ritenuto utile, ai fini dell'esposizione, contraddistinguere i seguenti periodi:

I — 1757-1782: relativo all'attività della « Società privata torinese »;
II — dalla « fondazione» (1783) al 1864;
III — dall'inizio della pubblicazione degli « Atti» (1865) al 1914;
IV — dalla prima guerra mondiale ai giorni nostri (1983).

L'attività dell'Accademia è documentata, nel 1° periodo, da 5 volumi costituenti la « Miscellanea Philosophico Matematica Societatis privatae Taurinensis»; con la fondazione inizia la pubblicazione delle « Mémoires de l'Académie Royale des Sciences » (Memorie... » dal 1815), e dal 1865 le Memorie sono affiancate dall'altra rivista denominata « Atti dell'Accademia delle Scienze».

Per quanto si riferisce ai contenuti (o indirizzi), è con lo scadere del XIX secolo (all'incirca con l'avvio del 2° secolo di attività) che risulta ben delineata una loro netta differenziazione; i contributi alla geometria possono allora venire suddivisi in differenti capitoli così contraddistinti:

1. Geometria proiettiva iperspaziale;
2. Geometria algebrica;
3. Geometria differenziale e geometria proiettivo-differenziale;
4. Geometria e fondamenti;

5. Calcolo geometrico e vettoriale;
6. Gruppi continui di trasformazioni.

Il precedente elenco rispecchia la situazione del 3° periodo di attività; nel 4° periodo, all'affievolirsi della produzione scientifica in alcuni dei settori suddetti, fa riscontro la consistenza di altri rami della geometria quali, ad es., quello della geometria riemanniana e, più in generale, delle varietà differenziabili dotate di struttura nonché la spiccata autonomia acquisita da discipline assai vicine alla geometria quali l'algebra e la topologia.

Sulla base dello schema indicato, possiamo ora procedere all'esame dei singoli periodi (1).

I primordi: I e II periodo.

La « Società privata torinese » sorge quando, già consolidato il metodo analitico di Descartes (1596-1650), sono scomparsi da poco Leibniz (1646-1716) e Newton (1642-1727) ossia i personaggi dalla cui opera la matematica ebbe una spinta innovatrice di grandi proporzioni soprattutto per effetto dei nuovi metodi di calcolo.

Gli orientamenti e gli sviluppi della matematica sono pertanto da porre in relazione alle più recenti scoperte e ciò si riflette, nell'ambito torinese, a livelli notevoli: ne fa fede proprio la « Società privata » che annovera tra i suoi fondatori J. L. Lagrange (1736-1813), tra i suoi primi soci E. Eulero (1707-1783), J. d'Alembert (1717-1783), P. S. Laplace (1749-1827) a cui seguì G. Monge (1746-1818) (2).

Ma come si configura il contributo dell'Accademia nel campo della geometria?

Se ci riferiamo al 1° periodo, i contributi geometrici si trovano in ricerche a contenuto non integralmente geometrico: essi figurano come componente, in

(1) Nel corso dell'analisi che seguirà avremo più volte motivo di richiamare una « monografia storica » di G. Loria (1862-1957), approvata nella seduta dell'8-V-1887 e pubblicata nel volume XXXVIII (1888) delle Memorie, dal titolo: *Il passato ed il presente delle principali teorie geometriche.*

Tale lavoro contiene contributi molto aggiornati alla storia della geometria in generale e quindi, come tale, costituisce un documento che l'Accademia stessa offre per meglio inquadrare e valutare quanto nel suo ambito venne prodotto nel campo della geometria fino all'inizio del 2° secolo di attività. Qualche informazione relativamente al periodo che va dal 1861 al 1961, si può avere dalla memoria di F. G. Tricomi: *Matematici italiani del 1° secolo dello stato unitario* (Mem. I (4S.) 1962) ed anche da: *Abrégé d'histoire des Mathematiques* 1700 1900 di J. Dieudonné (Hermann, Paris, 1978).

(2) Gli anni delle nomine a Socio sono: 1766 per Eulero, d'Alembert e Laplace; 1770 per Monge.

certi casi essenziale, di problemi applicativi frequentemente scelti tra quelli particolarmente idonei a mettere nel dovuto rilievo l'efficacia del calcolo infinitesimale.

Tra i numerosi lavori che presentano in modo più o meno evidente le accennate particolarità, si trova una delle memorie dello stesso Lagrange (Misc., T. V., 1770-73); la memoria ha il titolo *Sur la figure des colonnes* e l'A. pubblicandola ritiene – come afferma nell'introduzione – di « ... faire quelque plaisir aux géométres en leur communiquant les recherches sur ce sujet qui intéresse également la Mécanique et l'Analyse ».

Il problema trattato è classico per l'Architettura e consiste – secondo l'enunciato del Lagrange – nel *determinare la curva che, per la sua rotazione attorno al suo asse, formerà una colonna in grado di sopportare il più grande carico possibile, essendo date l'altezza e la massa della colonna* (3).

La discussione del problema, ampia e rigorosa (impegna più di 40 pagine) ne documenta l'interesse geometrico e ciò, anche se, tra tutte le soluzioni, la preferenza in senso assoluto va accordata a quelle che si collegano alla più elementare di tutte le « curve »; così scrive infatti il Lagrange nelle ultime righe del lavoro (e direi con tono sfumatamente ironico) « ... l'on doit conclure que la figure cylindrique est celle qui donne le maximum maximorum de la force ».

La memoria del Lagrange è pertanto illuminante su un certo « modo di fare geometria » tipico di questo periodo; con esso vennero sì alla ribalta problemi tra i più importanti della geometria, ma la produzione matematica che fa da cornice, in quanto a contenuti, non ha nulla di qualificabile come *geometria sintetica.*

È una tendenza che si mantiene anche successivamente; lo stesso Monge infatti nella memoria *Sur l'expression analytique de la génération des surfaces courbes* (M. I, 1784-85) (4), affronta problemi di natura tipicamente geometrica però dal punto di vista differenziale; le superfici in questione sono infatti associate ad equazioni differenziali con determinate particolarità.

Ulteriore conferma di ciò che abbiamo detto, si ha anche da una memoria (M. XII, 1801-04) di G. Fontana (1735-1803) pure dedicata alla superficie di rotazione; il solido che considera è generato dalla rotazione di una semiellisse intorno ad un diametro (che la delimita): interessanti sono il metodo

(3) Avverte il Lagrange, nella sua memoria (pag. 125), che la teoria della figura delle colonne è stata in precedenza oggetto d'« un très-beau Mémoire » di Eulero che si trova nel volume del 1757 dell'Accademia di Berlino: il problema, ovviamente, è trattato da Eulero da un punto di vista differente.

(4) Per i rinvii alle pubblicazioni dell'Accademia, ci limiteremo, d'ora in poi, ad indicare il volume e le annate di pubblicazione preceduti dalle abbreviazioni: M. oppure: A. a seconda che si tratta delle « Memorie... » o degli « Atti... ».

infinitesimale utilizzato, tutti i casi esaminati per arrivare al risultato ed il risultato stesso in base al quale rimane stabilito che la nota proprietà del rapporto tra i volumi della sfera e del cilindro circoscritto si estende al solido a forma di cuore qui studiato ed a quello che ne risulta dalla rotazione associando alla semiellisse il parallelogrammo circoscritto.

Altri contributi di natura differenziale alla geometria, si hanno da una memoria (M. X, 1809-10) di Du Bois Aymé ove sono trattati problemi relativi ai raggi di curvatura delle evolventi.

Caratteristiche differenti presenta invece una memoria (M. XXII, 1813-14) di J. D. Gergonne dedicata al classico problema di Apollonio (piano e spaziale): il significato del lavoro è rappresentato dalle soluzioni geometriche del problema che l'A. riesce ad ottenere interpretando formule abilmente costruite con i mezzi della geometria analitica.

Dopo la memoria di Gergonne, la produzione scientifica dell'Accademia denuncia un periodo di stasi per la geometria: ciò ha spiegazioni varie collegabili in parte anche ad eventi storici dell'epoca.

D'altronde non è fuori posto considerare tale periodo come l'espressione del più generale distacco della « geometria italiana » dal contesto europeo.

Esistono comunque i sintomi di una imminente ripresa: lo stesso Monge è invero da annoverare tra coloro che più contribuirono a ricondurre (come dice il Loria) « gli scienziati allo studio delle forme geometriche come le intendevano gli antichi » (Euclide, Apollonio, Archimede,...).

Il cinquantennio 1865-1915.

È il periodo più significativo per l'ampiezza e l'originalità dei contributi dell'Accademia alla geometria: vi sono lavori che danno l'avvio a nuovi e fecondi indirizzi di ricerca.

La pubblicazione degli Atti, che inizia con il 1865, in aggiunta alle tradizionali Memorie, è uno dei sintomi di quanto sta per avvenire.

Nel trattare tale periodo conviene considerare a parte gli anni dal 1865 al 1883 (anno che chiude il 1° centenario): sono di tale periodo 4 memorie ed una trentina di note (degli Atti).

L'interesse dei geometri appare prevalentemente rivolto allo studio di superfici rigate dello spazio ordinario (si veda, a titolo di es.: G. Bruno (1828-1893), M. XXIV, 1868): come novità metodologica si può rilevare che, ai procedimenti analitici vengono affiancate metodologie tipiche della geometria note come *metodi sintetici*; ed inoltre, nei problemi metrici trattati, e sono numerosi, si avverte l'influsso delle nuove teorie proiettive: d'altronde la *Géométrie descriptive* (1795) di Monge ed il *Traité des proprietés projectives des figurer* (1822) di Poncelet (1788-1867) sono ormai noti da tempo.

Del resto, alcune delle pubblicazioni del periodo in oggetto, sono espressamente dedicate alla geometria proiettiva e descrittiva: sono diffusamente studiate proprietà di coniche e quadriche (5).

Sono di questo periodo varie pubblicazioni di G. Morera (1856-1909), autore che merita di essere ricordato per i molti contributi che indirettamente portò alla geometria; basti pensare alle applicazioni geometriche che fece E. Cartan (1869-1952) dei *sistemi di Pfaff*, sistemi particolarmente studiati dal Morera (cfr. ad es., la nota: *Sul problema di Pfaff*. A., XVIII, 1883) (6).

In complesso si può dire che nei lavori dell'Accademia a cui è stato fatto riferimento, vengono sistematicamente usate tecniche aggiornate rispetto agli sviluppi conseguiti dalla geometria soprattutto ad opera dei matematici francesi del periodo napoleonico e post-napoleonico; si ha invece l'impressione che ancora si ignori quanto si andava facendo nel mondo tedesco a partire da Gauss (che, peraltro, fu nominato socio di quest'Accademia nel 1833) (7).

È con l'inizio del 2° secolo di vita che anche l'Accademia delle Scienze può documentare l'allineamento della matematica italiana ed in particolare della geometria, con quanto viene prodotto in tal campo nel resto dell'Europa; si può anzi dire che all'Accademia torinese sono legati i nomi di coloro che maggior impulso diedero a quella scuola geometrica che, a livello europeo, ebbe poi un ruolo di avanguardia.

È questo anche il momento in cui emerge una spiccata tendenza alla specializzazione della ricerca geometrica, tendenza che ci porta appunto a considerare gli indirizzi elencati all'inizio e nel cui ambito cercheremo di inquadrare i vari contributi.

1. *Geometria proiettiva iperspaziale.* Di importanza rilevante in questo settore è indubbiamente la tesi di laurea di C. Segre (1863-1924), discussa a Torino il 29 maggio 1983: essa è contenuta in due consistenti memorie approvate nelle adunanze del 18 novembre e del 30 dicembre 1883.

La prima memoria (M. XXXVI, 1885) è uno: *Studio sulle quadriche in uno spazio lineare ad un numero qualunque di dimensioni* e l'altra memoria contiene le applicazioni alla geometria della retta dei risultati della precedente.

Per renderci conto del ruolo del lavoro di C. Segre dobbiamo cominciare con l'osservare che a quell'epoca la geometria ad un numero qualsiasi di dimensioni si era già collocata tra i rami della matematica ma non ancora con

(5) Cfr., ad es.: E. D'Ovidio (1843-1932), F. Gerbaldi (1858-1934), ecc.

(6) Contributi alla geometria si possono vedere anche in una ricerca su costruzioni geometriche legate a proprietà additive degli integrali ellittici (A., XV, 1879-80).

(7) La lettera con cui C. F. Gauss (1777-1855) risponde alla comunicazione della nomina a socio è tuttora negli archivi dell'Accademia (n. 35761 dello schedario): essa è una documentazione della reputazione dell'Accademia Torinese a livello europeo (cfr. (23)).

uno sviluppo organico; la comparsa di una geometria così concepita va fatta risalire all'epoca di H. Grassmann (*Ausdehnungslehre*, 1844) e soprattutto alla celebre memoria di B. Riemann (*Über die Hypothesen, welche der Geometrie zu Grunde liegen*, 1854) a cui vanno aggiunti i contributi isolati, se pure importanti, di geometri italiani ([8]) (G. Veronese) ([9]).

Lo stesso Riemann aveva indicato due direzioni nelle quali possono svilupparsi quelle geometrie con « mancanza di rappresentazione per i nostri sensi degli enti che si studiano » (Segre): una è rappresentata dalla teoria degli *spazi con curvatura* (e pertanto collegabile con geometrie di tipo non-euclideo) e l'altra dalla teoria degli *spazi senza curvatura* (« ... *ebene Mannigfaltigkeiten* » di Riemann) che è appunto quella che conduce alla geometria proiettiva degli spazi detti lineari.

In quest'ultimo indirizzo si inseriscono le memorie di C. Segre e con esse, la geometria proiettiva iperspaziale, attraverso lo studio delle proprietà delle quadriche, viene ad assumere quelle caratteristiche di « organicità e consistenza » che le mancavano.

Per questo possiamo affermare di essere in presenza di studi che risultarono non solo basilari ma anche di portata non facilmente delimitabile per l'ampio spettro di ricerche a cui diedero origine: le ricerche che seguirono portarono, in buona parte ancora, contributi allo sviluppo della geometria iperspaziale in senso stretto, in modo da farne una « scienza geometrica », ma, più in generale vennero rivolte ad « oggetti geometrici » (cfr. il successivo n. 2) il cui ambiente naturale era appunto rappresentato dagli spazi proiettivi a più dimensioni.

2. *Geometria algebrica.* Osserviamo subito che in questo campo si affacciano immediatamente i contributi di C. Segre in quanto, avendo egli conseguito una visione sicura dell'ambiente iperspaziale attraverso la sistemazione rigorosa dei fondamenti, dispone dei presupposti indispensabili per accostarsi alla geometria algebrica.

È vero che i primi lavori più significativi di C. Segre in questa direzione non sono tra le pubblicazioni dell'Accademia, però il metodo della cosiddetta « geometria pura » o, in altri termini, il metodo che consiste nell'affrontare con spirito sintetico lo studio di certe funzioni algebriche in rapporto al gruppo delle trasformazioni birazionali concepito da C. Segre è presente in numerose

([8]) È qui il caso di ricordare che il Lagrange (cfr. p. 371 della « Monografia » del Loria), molto prima e cioè negli ultimi anni del secolo precedente, aveva avuto occasione di scrivere che « si può considerare la meccanica come una geometria a 4 dimensioni » con il tempo 4ª coordinata (*Théorie des fonctions analytiques*).

([9]) H. Grassmann (1809-1877), B. Riemann (1826-1866), G. Veronese (1854-1917).

memorie e note; e così pure, ad es., il concetto di *serie caratteristica* introdotto dallo stesso A.

Possiamo quindi fondatamente dire che proprio sotto l'impulso dell'opera di C. Segre, la geometria algebrica compie un sensibile progresso.

Le tappe più significative di tale progresso si possono mettere in evidenza con alcuni lavori scelti tra quelli, ad es., di G. Castelnuovo, F. Enriques, F. Severi, G. Fano: io mi limiterò a dare qualche cenno di 4 lavori che da soli documentano il livello di una produzione scientifica ragguardevole anche come mole.

Del Castelnuovo (1865-1952) ritengo di dover menzionare la memoria: *Ricerche generali sopra i sistemi di curve piane algebriche* (M. XLII, 1892); tale memoria rientra nel cap. già vasto — a quell'epoca — delle ricerche sulle proprietà dei *sistemi lineari di curve* in relazione alle *trasformazioni birazionali* del piano: essa è significativa per la metodica utilizzazione della serie caratteristica (già usata da C. Segre, ma senza una tale denominazione) e del cosiddetto *sistema aggiunto* e ciò al fine di poter sfruttare la geometria sulla curva per ottenere proprietà dei sistemi lineari di curve; un tal punto di vista si rivelò molto fecondo nella teoria dei sistemi lineari.

Passando all'Enriques (1871-1946), appare molto significativa soprattutto per le « aperture che essa offre », la memoria: *Ricerche di geometria sulle superfici algebriche* (M. XLIV, 1894).

In tale memoria l'Enriques studia in modo sistematico le proprietà dei sistemi lineari di curve algebriche sopra una superficie pervenendo alla individuazione di vari caratteri invarianti per trasformazioni birazionali: i *generi*. Fino allora si conoscevano (Nöther) 3 di tali caratteri (e si credevano tutti distinti); l'Enriques fa vedere che i caratteri del tipo in questione sono, in effetti, ben di più.

La memoria in questione fu poi perfezionata attraverso una successiva del 1896 (Acc. dei XL): è comunque sulla base della memoria primitiva che l'Enriques impostò un suo vasto piano di lavoro consistente nello studio delle proprietà delle superfici in base ai valori dei generi.

Del Severi (1879-1961), allievo diretto di C. Segre, abbiamo la memoria (M. LI (2ª, S.), 1902) « *Sopra alcune singolarità delle curve di un iperspazio* » che riproduce la tesi di laurea discussa a Torino il 30 giugno 1900 con Segre.

In questa memoria il Severi affronta problemi di *geometria numerativa* [10]: argomento a cui sono già dedicate due sue note inserite negli Atti del 1900.

[10] Il problema centrale e classico della geometria numerativa consiste nel *determinare quanti enti geometrici di cui è precisata la natura, verifichino determinate condizioni* (Per qualche notizia storica, cfr. la « monografia » del Loria).

La memoria è considerata importante (per i risultati che contiene, ovviamente, ma) soprattutto perché costituisce un « avviamento alla risoluzione delle questioni più generali sugli spazi » (e loro varietà) « aventi incontri e contatti vari con curve algebriche »; risultati di geometria numerativa sono usati dal Severi in molti lavori successivi.

In merito alle ricerche di geometria numerativa, occorre segnalare l'importanza dei metodi seguiti dal Severi: tra essi figura il metodo cosiddetto funzionale che fa ricorso all'integrazione di una particolare e fondamentale *equazione funzionale* (ad argomenti interi).

Tra gli altri lavori del Severi qui pubblicati (complessivamente 3 memorie ed 8 note pubblicate dal 1900 al 1906) occorre far menzione della nota (A. XXXVII, 1902): *Il genere aritmetico ed il genere lineare in relazione alle reti di curve tracciate sopra una superficie* che rientra in un settore di indagine noto come teoria *invariantiva birazionale* delle superfici, teoria che, proprio per merito del Severi, raggiunse un notevole grado di perfezione.

Passando infine a G. Fano (1871-1952), mi sembra doveroso segnalare anzitutto la nota: « *Sulle superfici algebriche in una varietà cubica dello spazio a quattro dimensioni* » (A. XXXIX, 1904); in tale nota il Fano estende, alle varietà cubiche, una notevolissima proprietà che F. Klein aveva stabilito per le quadriche di uno spazio a 4 dimensioni, proprietà che consiste nel fatto che le dette varietà (quando non contengono piani) contengono solo superfici algebriche il cui ordine è un multiplo di 3.

L'interesse della nota però, più che nelle proprietà di carattere proiettivo che in essa sono determinate, è legato alla varietà cubica considerata, varietà per la quale si pongono *problemi di razionalità* alla cui soluzione il Fano portò contributi determinanti.

Il Fano arrivò solo dopo il 1940 a pubblicare lavori con cui molto si accostò alla dimostrazione della « presunta » non razionalità della cubica anzidetta; gli studi fatti dal Fano al fine di pervenire alla soluzione del non facile problema, portarono ad una notevole messe di risultati su problemi di razionalità; del lungo ed impegnativo lavoro svolto dal Fano in tale ordine di questioni, vi è documentazione in 3 note successive a quella ricordata:

Sopra alcune varietà algebriche a tre dimensioni, aventi tutti i generi nulli (A. XLIII - 1908);

Sulle varietà algebriche che sono intersezione di più forme (A. XLIV, 1909);

Osservazioni sopra alcune varietà non razionali aventi tutti i generi nulli (A. L, 1915).

Con le ricerche ricordate si può ben dire che il Fano abbia posto i fondamenti per la classificazione di quelle varietà tridimensionali — dette poi

« Fano threefolds » — che sono di nuovo oggetto di numerose interessanti ricerche.

3. *Geometria differenziale e proiettivo-differenziale.* Già in molti lavori dei primi anni di attività dell'Accademia abbondano — come abbiamo avuto modo di osservare — diversi contributi alla geometria differenziale; tali contributi non sono però ancora inseriti in una costruzione organica trattandosi delle prime applicazioni del calcolo differenziale alla geometria.

Nell'arco di un secolo la geometria differenziale è però andata sviluppandosi considerevolmente assumendo caratteristiche ben definite: un riscontro evidente di quanto si elaborò in tale settore si ha da alcune note di L. Bianchi (1856-1928) inserite nei volumi XXX, XXXVIII, XL degli Atti [11].

I problemi qui trattati (relativi alla teoria della curvatura, all'applicabilità, a deformazioni infinitesimali) sono peraltro espressione autentica di quel complesso di ricerche che fece del Bianchi uno dei più insigni continuatori di quella grandiosa opera la cui costruzione fu avviata da Gauss e Riemann.

Non sotto silenzio dovrebbero passare alcune note di C. Burali - Forti (1861-1931): l'interesse di queste note è anche nell'eleganza del metodo di calcolo usato, metodo di cui diremo più avanti.

Questo per la geometria differenziale che possiamo dire metrica; come novità di maggior rilievo va però considerata la geometria differenziale proiettiva: si tratta di un nuovo interessante capitolo della geometria che scaturì da alcuni lavori dell'Accademia decisamente innovatori.

Non esiterei a dichiarare fondamentali, a tale riguardo, due note, una del 1907 (A. XLII, 1906-1907) di C. Segre e l'altra del 1914 (A. XLIX) di G. Fubini (1879-1943).

È naturale che mentalità matematiche di differente formazione quali quelle dei due citati AA. abbiano dato al nuovo indirizzo della Geometria impronte ispirate a concezioni ben differenziate.

Nel lavoro citato del Segre viene stabilito come sia possibile associare superficie di uno spazio proiettivo pluridimensionale ad una *equazione alle derivate parziali* (lineare nelle derivate) del 2° ordine in una funzione di due variabili ed ottenere proprietà proiettive delle *superfici* (*integrali*) deducendole direttamente dall'equazione data. Lo stesso punto di vista è adottato dal Segre nello studio di alcune proprietà delle cosiddette *congruenze* W [12]; le ricerche in questi settori si svilupparono sia in Italia che all'estero.

[11] Una documentazione dell'opera complessivamente svolta dal Bianchi nel settore che stiamo considerando, si ha dal suo classico trattato: *Lezioni di Geometria differenziale* (Bologna, 1927 (3ª ed.)).

[12] Che le congruenze W avessero legami con equazioni del tipo di Laplace, era già noto.

La nota di G. Fubini a cui abbiamo inteso riferirci, ha il titolo: *Definizione proiettivo-differenziale di una superficie*; il Fubini, conoscitore profondo della geometria differenziale come la concepiva L. Bianchi, trova naturale trasferire all'ambiente proiettivo il classico modo di individuare superficie dello spazio ordinario con l'uso di forme quadratiche a patto di far intervenire il gruppo proiettivo in luogo del gruppo ortogonale.

Diciamo, molto sinteticamente, che il Fubini riesce nel suo intento, con l'introduzione di una certa forma A (x, dx, d^2x, d^3x) che chiama *forma fondamentale* e che è rappresentata da un determinante del 4° ordine.

Sulle interpretazioni geometriche della forma A (elemento lineare proiettivo), su due certe forme (una quadratica ed una cubica) dette *normali* e su molte questioni collegate, il Fubini tornerà più volte pervenendo a quei perfezionamenti che sono naturali in ogni ricerca con il carattere di apertura di nuovi orizzonti.

L'influsso dell'opera così avviata da Segre e da Fubini si prolungò nel tempo come ampiamente testimoniano numerose pubblicazioni dell'Accademia anche di epoche successive; per quanto riguarda l'ampiezza raggiunta dalla nuova teoria, fanno fede alcuni trattati, primo tra essi la *Geometria proiettiva differenziale* (in 2 volumi) edita da Zanichelli negli anni 1926-27 e scritta da Fubini in collaborazione con E. Cĕch (1893-1970) ([13]).

4. *Geometria e fondamenti.* È un settore della Geometria che trova presso l'Accademia contributi che sono di notevole valore e che costituiscono tuttora un punto di riferimento per coloro che necessitano di una competenza qualificata in tale campo.

Al fine di avere qualche riferimento valido per inquadrare l'argomento, occorre partire dalla considerazione che il secolo XIX rappresentò per la matematica in generale e per la geometria in particolare, un periodo di crisi e di grande travaglio: le acquisizioni concettuali che accompagnarono le fondamentali scoperte di Gauss, G. Bolyai, Lobachewski e Riemann dovevano, infatti, come in realtà avvenne, portare a vari tentativi riusciti di dare alla geometria un assetto logicamente valido che, tra l'altro, colmasse le lacune proprie del sistema ipotetico-deduttivo di Euclide e di quelli che seguirono.

Un contributo fondamentale, nel quadro di tali tentativi, è rappresentato

([13]) Occorre tener presente che con gli sviluppi ed il progredire delle ricerche in tale campo, si arrivò a metodologie nelle quali confluirono le tecniche ispirate ai punti di vista inizialmente differenziati, come si è detto. A questo riguardo si possono vedere successive note (IV periodo) di vari AA. (ad es. A. Terracini, L. Godeaux, E. Bompiani, S. P. Finikoff) ed, in particolare, alcuni trattati: dello stesso Finikoff i due volumi dedicati alla « *Théorie des couples de congruences* », traduzione dal russo di M. Decuyper (U.E.R. di Math. pures et appliqués, Univ. de Lille), di E. P. Lane: *A treatise on Projettive differential géométry*

da alcuni dei lavori di G. Peano (1858-1932) e di M. Pieri (1860-1913): questi due AA. con il tedesco M. Pasch (1843-1930), sono peraltro da considerare come i primi che seppero « introdursi in uno studio minuzioso di problemi di indipendenza, coerenza, completezza di sistemi di assiomi ».

I famosi *Grundlagen der Geometrie* (pubblicati in 7 edizioni dal 1899 al 1930) di Hilbert, più efficaci per certi aspetti, non sono però al livello delle trattazioni di Peano e Pieri in quanto a rigore logico ([14]).

Osserviamo in particolare che Peano tornò più volte su un tale genere di questioni ed anche con notevoli varianti in quanto ad impostazione; significative sono, comunque, due sue note degli Atti.

Nella nota *Analisi della teoria dei vettori* (A. XXXIII, 1898) il Peano fa vedere che una sistemazione ipotetica-deduttiva della ordinaria geometria, può essere formulata basandosi unicamente su tre idee primitive che sono le idee di punto, vettore e prodotto interno di vettori con il supporto di 19 postulati (riducibili a 17).

Così si esprime il Peano: « Mi propongo in questo lavoro di esaminare quali idee si incontrano nella teoria dei vettori, e di classificarle in primitive, che si ottengono dall'osservazione; e di esaminare quali sono le proposizioni che si devono assumere come primitive, e quali se ne deducono in conseguenza, con puri processi logici, senza oltre ricorrere all'intuizione.

Così la teoria dei vettori risulta sviluppata senza presupporre alcuno studio geometrico precedente. E poiché con questa teoria si può trattare l'intera geometria, ne deriva la possibilità teorica di sostituire alla geometria elementare stessa, la teoria dei vettori ».

Un'altra nota di Peano (A. XXXVIII, 1903) e sullo stesso argomento, ha per titolo: *La geometria basata sulle idee di punto e distanza* ([15]); il titolo stesso conferma quanto abbiamo prima affermato sull'interesse del Peano a questioni di fondamenti.

Altre sistemazioni assiomatiche del Peano sono fondate sui concetti di *punto* e *segmento* a cui si aggiunga, per la parte metrica, l'idea di *movimento* (1894) oppure, in alternativa a questa, la *distanza di due punti* (1902) o il concetto di *angolo retto* (1928).

Cospicuo è il numero delle ricerche di M. Pieri inserite nelle « Memorie » e

(un. Chicago Press); di M. G. Tzitzéica: *Géométrie différentielle projective des réseaux* (Gauthier-Villars, Paris), ecc.

([14]) Cfr. quanto trovasi in: U. Cassina, *Critica dei princìpi della Matematica e questioni di logica* (Cremonese, Roma, 1961), pag. 425 e seguenti.

([15]) Per una prospettiva storica è opportuno non sottovalutare l'importante contributo di Pasch quale emerge ad es. dalle *Vorlesungen über neuere Geometrie* (Lipsia, 1882): qui l'assiomatica per la geometria elementare è fondata sulle idee di punto e distanza a cui ne deve poi aggiungere altre.

negli « Atti »: si tratta invero di tre consistenti memorie e di 5 note pubblicate negli anni che vanno dal 1898 al 1906.

Ci riferiremo, in particolare, alle seguenti memorie: *I princìpi di geometria di posizione composti in sistema logico-deduttivo* (M. XLVIII, 1898); « *Della geometria elementare come sistema ipotetico deduttivo* » (M. XLIX, 1900).

Il pregio principale della 1ª memoria è di introdurre la geometria proiettiva senza farla derivare dalla geometria elementare e di riuscire ad esprimere molti concetti della geometria proiettiva con i soli concetti di punto e retta; in particolare egli riesce a dedurre il concetto di verso di una retta mediante i due citati (Fano (1891) ed Enriques (1894) avevano, in loro trattazioni, espresso i concetti fondamentali della geometria proiettiva, mediante tre: *punto, retta e verso della retta*).

La memoria del 1899 è molto significativa; in essa lo sviluppo della geometria elementare è fondato sulle idee primitive di *punto* e di *moto* (inteso come una particolare rappresentazione di punti in punti...).

È da osservare che la costruzione, in questo caso, è più semplice delle analoghe e denota lo sforzo consapevole dell'A. per arrivare ad una sistemazione che possa ritenersi concretamente valida per una riforma, accettabile per essere esposta addirittura nelle scuole, degli « Elementi di Geometria »; dice l'A. al riguardo: « così potrebbe affrettarsi la soluzione di quel problema dell'« insegnamento geometrico » ch'è ormai nel pensiero di tutti; o per lo meno di quanti, amando ed insegnando coscienziosamente la geometria elementare, ne conoscon purtroppo le imperfezioni deduttive, e le immense difficoltà che s'incontrano a volerle superare o rimuovere ».

Del rigore che caratterizza le assiomatiche di Peano e Pieri abbiamo già detto: possiamo aggiungere ancora, a conclusione di tali argomentazioni, che i sistemi di Peano e Pasch si possono dedurre, com'è stato provato, da quelli di Pieri ([16]).

5. *Calcolo geometrico e vettoriale.* È un campo di ricerca la cui importanza non sfuggì allo stesso Leibniz e che ebbe diversi cultori nel secolo XIX: tra essi spiccano i nomi di Peano e di altri della sua scuola: in particolare C. Burali-Forti, se ci limitiamo al periodo in esame.

Un'idea abbastanza completa del contributo di Peano in questo settore è fornita dal *Saggio di calcolo geometrico* che figura nel volume XXXI degli Atti (1896).

Il Peano stesso nell'introduzione al lavoro, sulla base di pochi ma illuminan-

([16]) Va ricordato, per inciso, che, presso l'Accademia, vi sono anche lavori del Pieri con contributi vari alla geometria proiettiva ed alla geometria algebrica.

ti cenni storici ([17]), precisa assai efficacemente le finalità della propria opera in tale settore.

È noto che il calcolo geometrico di Peano si collega, in particolare, alla già citata opera *Die lineare Ausdehnungslehre* di H. Grassmann (ricordiamo: del 1844) e « poco letta e non apprezzata dai suoi contemporanei, trovata poi ammirabile da numerosi scienziati »: opera quindi di notevole significato che faticò molto ad affermarsi.

Continua il Peano: « ... se tanto tardò quest'opera a farsi conoscere, e se tanta difficoltà presenta tuttora nel diffondersi, la ragione ci deve essere; e, secondo me, essa sta nella forma dell'esposizione, forma metafisica e nebulosa, lontana dal linguaggio solito dei matematici e che fin da principio invece di attirare i lettori, li stanca ed allontana. Ed anch'io, nello studio di quest'opera, rilevai la potenza del nuovo metodo solo nell'esame delle applicazioni... ».

« Partendo da queste applicazioni mi fu possibile il ricostrurne la teoria, e dare le definizioni degli enti introdotti, facendo uso della sola geometria elementare » (questo fu fatto nel « *Calcolo geometrico* », 1888).

Nel *Saggio* che abbiamo ricordato, il Peano presenta brevemente le definizioni e le proprietà fondamentali su cui poggia il calcolo geometrico; gli enti definiti sono le *forme geometriche* di 1°, 2°, 3° e 4° grado; i vettori sono casi particolari di forme di 1° grado; con il sistema completo delle operazioni sulle forme, viene chiarito come si possano trattare tutte le questioni di geometria (il lavoro, dice Peano, è per i colleghi e non per « allievi »).

C. Burali - Forti si ricollega al Peano ed il suo interesse è rivolto in modo particolare al calcolo geometrico con *forme di 1° grado* che rappresentano vettori; egli sviluppa cioè il calcolo vettoriale al quale sono pure dedicate due note dello stesso Peano (A. XXXI, 1896, A. XXXIII, 1897).

I contributi del Burali - Forti sono distribuiti in varie pubblicazioni e quelli più significativi riguardano prevalentemente l'analisi vettoriale e la « teoria » delle *omografie vettoriali*.

I metodi del calcolo vettoriale, secondo l'indirizzo di Peano e Burali - Forti, non ebbero accoglienza favorevole da parte di molti dell'ambiente matematico del tempo; va però riconosciuto che tali metodi si affermarono immediatamente e soprattutto in quelle discipline matematiche e fisico-matematiche che, in un certo senso, ne avevano motivato il sorgere.

L'efficacia dei metodi vettoriali e la portata del contributo locale all'affer-

([17]) Non è citato J. W. Gibbs (1839-1903) le cui pubblicazioni sul calcolo vettoriale sono del periodo 1882-1893; i contributi di Gibbs al calcolo vettoriale erano comunque ben noti nell'ambito della scuola di Peano come si può riconoscere da varie pubblicazioni; si può vedere, ad es., quanto scrive Burali - Forti nell'*Enciclopedia delle matematiche elementari* (L. Berzolari, ... Hoepli, Milano) a pag. 132, vol. II, parte II, nel suo articolo: *Elementi di calcolo vettoriale.*

marsi di tali metodi, che ebbero qui i più tenaci assertori, trovano testimonianza prevalentemente nei lavori dedicati alle applicazioni; una conferma di ciò si può avere, ed in modo suggestivo, dalla memoria: « *Teoria geometrica dei campi vettoriali, come introduzione allo studio dell'elettricità, magnetismo...* » di G. Ferraris (1847-1897); tutta la prima parte di tale memoria (M. XLVII, 1897) è una magistrale esposizione dei fondamenti del calcolo e dell'analisi vettoriale nell'ottica della scuola di Peano.

Dai cenni che precedono è facile arguire che l'opera dei « vettorialisti » torinesi fu da molti discussa ([18]): orbene l'esame dei lavori sull'argomento, qui pubblicati, mi fa ritenere che molti degli aspetti di tale opera non siano stati, né allora né dopo, adeguatamente valutati.

Dire Peano precursore del « bourbakismo », vedere nell'opera di Burali - Forti ed altri ([19]), molto dell'algebra lineare e multilineare attuale è qualcosa di scontato: ciò che è tuttora carente è una valutazione critica approfondita di tutto il lavoro della scuola torinese in rapporto a quella ben più vasta opera di sistemazione concettuale di molti rami della matematica che ebbe inizio qualche decennio dopo.

6. *Gruppi continui di trasformazioni.* I contributi si ricollegano a quanto si andava facendo all'estero soprattutto per opera di S. Lie (1842-1899), W. Killing (1847-1923) ed E. Cartan e si deducono da due memorie di G. Fano, due di U. Amaldi, una di Fubini, due note di L. Bianchi ed ancora una, di rilievo particolare per le moderne teorie su gruppi di Lie, di E. E. Levi.

Mi soffermerò su tre delle ricerche menzionate e precisamente sulla memoria del Fubini (M. LIII, 1903) su « *Gruppi di trasformazioni geodetiche* », su una di U. Amaldi del 1906 (M. LVII, 1907) « *Sui gruppi continui infiniti di trasformazioni di contatto dello spazio* » ed infine sulla nota, già evidenziata, di E. E. Levi (A. XL, 1904-05) « *Sulla struttura dei gruppi continui finiti* ».

Il problema che affronta il Fubini è legato alla considerazione di quei sistemi dinamici le cui traiettorie ammettono un gruppo continuo di trasformazioni in sé; il Fubini osserva che, certuni dei problemi suddetti, nel caso delle forze impresse nulle, si risolvono riconducendoli alla « *determinazione di tutti gli spazi che ammettono un gruppo che conservi le geodetiche* ».

([18]) Un'idea dell'atteggiamento di ostinato rifiuto da parte di matematici italiani dei metodi di cui stiamo discorrendo si può avere, ad esempio, da quanto si legge nell'introduzione (p. VIII) al vol. II dell'*Analisi vettoriale generale - Geometria differenziale* di: P. Burgatti, T. Boggio, C. Burali - Forti.

Interessanti dati in questo senso, oltre che dall'*Analisi vettoriale* citata prima, si hanno dal seguente trattato: *Espaces-courbes; critique de la relativité* (Torino, 1924) di T. Boggio e C. Burali - Forti.

([19]) In particolare: P. Burgatti (1868-1938), T. Boggio (1877-1963), A. Pensa.

Il problema così formulato non risulta nuovo in quanto fu lo stesso S. Lie ad affrontarlo nel caso della superficie, senza, peraltro, riuscire a risolverlo.

Il Fubini risolve completamente tale problema per i valori 2 e 3 della dimensione: il procedimento seguito si stacca nettamente da quelli di Lie e di altri ed ha, per di più, il pregio di valere per n qualsiasi.

Il metodo di Fubini consiste nel ricondurre — e qui è l'originalità — il sistema di equazioni alle derivate parziali del 2° ordine delle *trasformazioni infinitesime* del gruppo, a sistemi del 1° ordine.

La memoria di Amaldi appare di significato rilevante per il contributo che essa dà alla teoria dei gruppi infiniti, teoria assai poco sviluppata da Lie: questi gruppi risultano strettamente collegati alle cosidette trasformazioni di contatto ed offrono, tra l'altro, la possibilità di classificare le equazioni alle derivate parziali che si possono integrare con metodi noti (dovuti al Durboux ed allo stesso Lie).

Il lavoro di E. E. Levi è dedicato alla dimostrazione di un teorema relativo alla decomposizione di certi gruppi di trasformazioni; nell'accezione moderna il teorema si enuncia per le algebre di Lie e la formulazione è la seguente: *un'assegnata algebra di Lie è decomponibile in un ideale risolubile ed in una sottoalgebra semisemplice.*

Un tale teorema, noto come teorema di decomposizione di Levi, è utilizzato sistematicamente nelle moderne trattazioni della teoria dei gruppi di Lie.

Una delle applicazioni, certamente tra le più interessanti, sta nel fatto che tale teorema permette di dimostrare uno dei 3 classici teoremi di Lie (il 3°) senza fare uso dei sistemi di equazioni differenziali: il teorema in questione riguarda l'esistenza, in senso globale, di un gruppo di Lie di assegnata algebra di Lie.

Con questi cenni sui gruppi di trasformazioni concludo l'analisi degli indirizzi di ricerca che sono emersi in uno dei periodi sicuramente tra i più fecondi e significativi per lo sviluppo della geometria; le esigenze di cui ho già detto, mi hanno purtroppo costantemente indotto a scelte (forse anche molto discutibili e certamente più accentuate in alcuni settori) e quindi a non far cenno di una mole considerevole di lavori di non poco peso scientifico: ho perciò validi motivi per sperare che la presenza di lacune ed omissioni possa servire da stimolo per ricerche storiche più complete attraverso ulteriori verifiche e più meditati approfondimenti.

Dalla 1ª guerra mondiale ai giorni nostri.

Nel riferire su questo periodo, le difficoltà che sorgono sono quelle che i limiti di una prospettiva storica incompiuta inevitabilmente pongono; sensibile a tali condizionamenti mi limiterò ad alcune indicazioni di carattere generale

sulle caratteristiche della produzione dell'Accademia in campo geometrico.

È nella natura delle cose che il lavoro scientifico di un periodo condizioni e favorisca gli orientamenti dell'epoca immediatamente successiva: il periodo in esame però, se da un lato può godere dei benefici del molto di valido avuto come retaggio del passato, da un altro deve subire gli effetti di eventi storici e sociali che coinvolgono pesantemente l'ambiente accademico; sono tali gli effetti deleteri di ben due conflitti mondiali a cui sono da aggiungere, specie per il settore della geometria, quelli delle leggi razziali del 1938: diversi tra i soci più rappresentativi della Accademia dovettero anche emigrare; cito Fubini, Fano, Terracini ([20])...

È comunque un periodo di consistenti progressi della matematica italiana, progressi che, in parte almeno, determinano il sorgere di diversi nuovi periodici a contenuto matematico ed in vari casi anche molto specializzato.

Siamo quindi di fronte ad un articolato complesso di situazioni che è da tener presente anche in una valutazione dell'apporto dell'Accademia al settore della geometria, apporto che rimane comunque non indifferente.

Per ciò che concerne l'Accademia, si ha, in generale, una progressiva contrazione numerica delle Memorie; 5 di queste sono dedicate alla geometria.

Passando alle note, siamo oltre le 130 a cui va aggiunto un numero non indifferente di note riguardanti settori molto vicini alla geometria e cioè — com'è stato detto nell'introduzione — l'algebra e la topologia.

Per un giudizio, deliberatamente sommario, sul tipo di contributo che si ha dal complesso dei lavori di geometria, si può subito osservare che tutti gli indirizzi che caratterizzarono il precedente periodo, sono ancora rappresentati; sono però maggiormente coltivati ([21]): l'indirizzo proiettivo differenziale ove si trovano problematiche nuove ma riconducibili alle impostazioni di C. Segre e G. Fubini; l'indirizzo della geometria algebrica che progredisce soprattutto secondo l'impostazione della scuola italiana classica; anche il calcolo vettoriale rimane in evidenza soprattutto nel settore applicativo.

Sono però di questo periodo ricerche che si inquadrano in un capitolo della geometria che possiamo dire facente capo alla nozione di trasporto parallelo di Levi-Civita: intendo riferirmi (cfr. l'introduzione) alla geometria delle varietà differenziabili con struttura (riemanniana o di altro tipo); da non trascurare il fatto che alle ricerche specifiche su questo argomento, sono da collegare le sempre più ampie applicazioni fisico matematiche del linguaggio della geometria delle varietà differenziabili.

([20]) A. Terracini (1889-1968) rientrò poi nel febbraio 1948; i suoi lavori pubblicati presso l'Accademia si inquadrano, quasi integralmente, nella geometria proiettiva differenziale.

([21]) Il vol. « Indici Generali » degli « Atti » (1969) è di comoda consultazione ed

Nel complesso si può dunque considerare vivo ed operante l'interesse per la ricerca geometrica nell'ambito della più recente produzione scientifica dell'Accademia; e ciò è, a mio parere, maggiormente valido se ci riferiamo all'ultimo ventennio che, se non erro, denota il superamento definitivo di quel periodo di stasi che attraversò la geometria italiana (e forse non solo la geometria) negli anni dell'ultimo dopoguerra, quando cioè si fecero anche sentire gli effetti di un certo atteggiamento critico di non pochi influenti matematici italiani nei confronti di quello che era considerato, in matematica, un perverso astrattismo inesorabilmente dilagante ([22]).

E nel concludere, due considerazioni che hanno motivazioni in vari momenti della preparazione di questo stesso resoconto: la prima è che, nonostante l'impegno, la mia esposizione non contenga, in misura adeguata, elementi sufficienti a dare un'immagine realistica della solidità di quell'edificio scientifico che è l'Accademia delle Scienze ([23]), edificio che ha avuto, nella geometria, una componente per nulla trascurabile; la seconda fa da sfondo all'auspicio che la funzione di stimolo per il progresso, propria di un complesso culturale così stabilmente costruito, possa, negli anni a venire, rimanere all'altezza della tradizione.

offre, per quanto concerne le tematiche e gli AA. che vi contribuirono, una prima informazione, peraltro molto indicativa, sul periodo in questione.

([22]) Cfr. ad es., la commemorazione di « Francesco Severi » curata da B. Segre e pubblicata negli « Ann. di Mat. pura ed applicata » (4), 61 (1963) pp. I-XXXVI.

([23]) Non a caso C. F. Gauss, riferendosi all'Accademia delle Scienze scrive (dalla lettera citata in ([7])):

- Je sais parfaitement apprécier l'honneur d'être aggrégé à une Académie dans laquelle autant de noms illustres ont contribué à l'avancement des sciences exactes, et dont les mémoires forment un aussi riche trésor de travaux interessans et utiles.
- - - - - - - - - - - - -

- - - - - - - - - -

Göttingen, le 5 Mai
1833

Ch. Fr. Gauss.

A son Excellence, Mr. le comte Prosper Balbo
Ministre d'état, président de l'academie
à Turin

Mario Milone

IL CONTRIBUTO DELL'ACCADEMIA ALLO SVILUPPO DELLA CHIMICA

Nei secoli xvi e xvii in Europa erano già in atto centri di studio e di ricerca con cultori della chimica che lasciarono buon nome, ancora oggi considerato.

Da noi invece la chimica si identificava tuttavia con l'alchimia deteriore, come possiamo desumere da testi, codici e manoscritti conservati nelle vecchie biblioteche, ma nessuno riuscì a tramandarci osservazioni o risultati di chimica lontanamente paragonabili a quanto già giungeva d'Oltralpe.

Qui i pochi che se ne occupavano, in genere maghi, mediconi ed avventurieri, più che altro si preoccupavano di ottenere, o pretendere di ottenere, e di decantare particolari effetti che la diffusa ignoranza accettava, come le pietre filosofali e panacee più o meno miracolose.

A questo proposito reputo significativo ricordare, come assai illuminante della incomprensione e confusione di idee, o piuttosto dell'ignoranza nei rispetti della chimica, quanto il Re Vittorio Amedeo II, peraltro monarca avveduto e valoroso, fu indotto a decretare nel 1683 su istanza di un certo Moëne di Copponay e di Grimaldi, il quale ottenne con regolari lettere patenti di Istituire in Chambery con titolo di fondatore e direttore una « *Académie Chimique Ducale Royale de Savoie* ». Ma questo Copponay non fu che un tipo di pittoresco emerito ciarlatano, più vicino alla bassa alchimia che alla medicina e che si vantava di avere guarito migliaia di malati d'ogni specie e di essere produttore dell'oro liquido e di varie panacee: autore di libelli in cui parlava di prodigiosi interventi e guarigioni (tra l'altro l'estrazione di una tartaruga viva dal ginocchio di un paziente). Nel 1699 il Re per ricompensarlo degnamente *de tous les frais considerables qu'il ha fait au service de nos sujets* erigeva la detta Accademia Chimica Reale Ducale in *Université Chimique Royale Ducale*, sempre sotto la direzione del Copponay.

Una causa di così scarsa considerazione per la chimica è certamente dovuta alla mancanza di insegnamento e di studio. Nella Università di Torino mancò la cattedra di chimica fino al 1800 (ancora nel 1776 un eminente personaggio era riuscito a convincere il Re della vanità, della presunzione

negli scopi e della pericolosità di questa materia) e quindi gli studenti delle Facoltà di Medicina, di Teologia, di Scienze e di Farmacia di questa disciplina non avevano che poche notizie dal corso di Fisica, la cui cattedra fu istituita sin dal 1720 in occasione dell'inaugurazione del nuovo Palazzo Universitario in Contrada di Po. Su di essa si succedettero ottimi insegnanti, tra i quali l'abate Nollet, proveniente dalla Sorbona, ma che poco spazio concedevano agli argomenti di chimica. Difatti se rileggiamo le lezioni di Fisica dettate verso il 1750 dal monregalese Abate Beccaria (1716-1781) constatiamo che ad essa sono riservate poche decine di pagine.

L'abate Giovanni Battista Beccaria, fautore del metodo Galileiano, introdusse la considerazione scientifica delle esperienze: si occupò oltre che di astronomia e topografia (fra l'altro determinò il grado del meridiano di Torino), di meteorologia e di elettrologia atmosferica, nella quale acquistò larga fama, e anche di chimica, come vedremo.

Ma il maggiore suo merito fu di essere stato il Maestro di un largo stuolo di studiosi del tempo i quali oltre che nella medicina si distinsero nella fisica, nella chimica e nella matematica.

E tra questi proprio i tre fondatori della nostra Accademia: Giovanni Francesco Cigna, Giuseppe Angelo Saluzzo e Giuseppe Luigi Lagrange, che nel 1757 divisarono di costituire la Società privata Fisico Matematica e già nel 1759 pubblicarono un volume: *Miscellanea Philosophica Mathematica Societatis Privatae Taurinensis*, che ebbe larga risonanza anche fuori dei confini: e proprio in questo volume si trovano i primi lavori di chimica sperimentale apparsi da noi e pertanto è lecito affermare che in Piemonte la Chimica è nata proprio con la nostra Accademia e nella nostra Accademia, dato che le riunioni e le esperienze venivano condotte nel Palazzo San Germano, abitazione del Saluzzo e Presidente della stessa.

Il Cigna, segretario, rende conto nei Commentari scritti in elegante latino classico la cronaca dei lavori. È doveroso soffermarsi sul capitolo di ben 29 pagine *De causa extinctionis flammae et animalium in aere interclusum.*

Leggendolo si evince che è una vera nota di chimica nella quale

— i tre ricercatori e cioè Cigna, Lagrange e Saluzzo hanno scelto un argomento, dopo attenta considerazione delle pubblicazioni delle rinomate scuole d'Oltralpe (Boyle, Boerhaave, Aex, Mayov, Maquer, Haller) e che in seguito fu ripreso da Lavoisier;

— che hanno preordinato i mezzi sperimentali (barometro, termometro, vetrerie, tavoli e suppellettili particolari;

— che tutti e tre partecipavano alle prove e riprove;

— che collezionavano i risultati con accuratezza;

— che sempre collegialmente li discutevano confrontandoli con quanto già noto e rilevando le eventuali discordanze;

— traendo conclusioni, in parte diverse da quanto in allora noto e che mantengono tutt'ora piena validità, anche se espresse secondo le teorie del tempo (si era nel pieno del periodo flogistico, teoria che pur poggiando su errati preconcetti aveva però offerto una base di unificazione nella trattazione della fenomenologia chimica).

Se consideriamo i cinque volumi stampati prima del 1783 (due di Miscellanea e tre di Mélanges) non è difficile rilevare che le Memorie di chimica di Cigna, Saluzzo (il Lagrange si era quasi subito dedicato interamente alle matematiche, ove rifulse il suo genio), Maquer (di Parigi), Monnet (Auvergne), Marino medico a Savigliano, Gaber medico a Saorgio coprono circa la metà delle pagine della parte filosofica.

E qui corre l'obbligo di mettere nel debito rilievo che nel secondo volume della Miscellanea il Cigna, sempre nei Commentari in latino, in una seconda nota sullo stesso argomento della precedente, in riferimento a proprie esperienze riporta quella famosa, non pubblicata altrove, con la quale l'abate Beccaria era riuscito a dimostrare che piombo e antimonio riscaldati in presenza di aria aumentano di peso con formazione di calci (ossidi diremmo noi) servendosi di una originale, semplice ed ingegnosa apparecchiatura, dettagliatamente descritta, costituita da una piccola storta in vetro contenente i metalli, saldata a un pallone pieno d'aria, il tutto sospeso in equilibrio a freddo e che dopo il riscaldamento si sbilanciava dalla parte della storta: in questo modo veniva dimostrato che l'aria era una miscela di gas, che un costituente dell'aria si era combinato con i metalli, perché nel sistema era rimasta solo una parte dell'aria introdotta (4/5) ma irrespirabile: precorreva così il Lavoisier, il quale in una comunicazione all'Accademia di Francia riconobbe d'essere stato preceduto dal *phisicien célèbre de Turin*. Ricordiamo ancora che con la stessa esperienza veniva inoltre implicitamente dimostrato il principio della conservazione della materia, scardinata la teoria del flogisto ed isolato l'azoto che fu poi caratterizzato da Rutherford e Sceele solo dieci anni dopo.

Il Cigna, medico, professore di Anatomia all'Università, oltre a questi lavori pubblicò memorie originali sulla variazione al rosso vivo del sangue a contatto dell'aria, sulla respirazione degli animali in arie diverse, sulla ebollizione dei liquidi e si occupò anche di elettrologia: nell'anno 1766 descrisse esperimenti molto simili a quelli che condussero nel 1775 il Volta a costruire l'elettroforo che va sotto il suo nome.

Il Saluzzo pur distratto da gravosi impegni civili e militari (fu generale comandante delle artiglierie dello Stato Sardo) continuò invece ad occuparsi di chimica e i suoi lavori ebbero vasta risonanza e citazioni tra i chimici pneumatici d'Oltralpe e dallo stesso Lavoisier.

Già nel primo volume di Miscellanea, oltre al lavoro coi colleghi, appare

un suo studio sulla variazione dell'elasticità (oggi diremo pressione) del fluido aeriforme che si sprigiona nell'accensione e scoppio della polvere da cannone in vasi aperti e chiusi, sull'andamento della combustione in varie condizioni, sulla natura dei gas che si formano, sulla loro influenza per la respirazione e per la sopravvivenza in vita degli animali, apprestando all'uopo originali tavoli da lavoro e attrezzature in vetro per l'assorbimento, il dosaggio e l'analisi dei gas che si formavano nelle reazioni: per primo si servì di una bottiglia a tre colli, che va ora sotto il nome di Woulfe, che però la descrisse solo alcuni anni dopo. Propose anche un saggio di sistematica e nomenclatura chimica e un metodo per l'estrazione e la purificazione del salnitro, che è un vero studio di impianto pilota.

Le sue indagini si allargarono anche ad altri problemi di chimica pratica, quali la filatura, la tessitura e la tintura di seta e lana.

Frattanto il numero dei chimici nell'Accademia aumentava con altri allievi dell'abate Beccaria e dei suoi successori nella cattedra di Fisica: anche perché nell'insegnamento era notevolmente aumentato lo spazio riservato alla chimica: difatti sfogliando le lezioni, pubblicate per disposizione dell'Autorità accademica nel 1792-94, ad Università chiusa a causa degli avvenimenti bellici: *Physicae experimentalis lineamenta ad Subalpinos* non sfugge che nei due volumi circa un terzo è riservato ad argomenti di chimica che vi sono trattati con chiarezza e precisione, nonché all'altezza della evoluzione nelle cognizioni del tempo.

Fra questi accademici ricorderò:

— *Claudio Luigi Berthollet*, laureatosi in medicina si trasferì quasi subito a Parigi, dove fu allievo e successore di Lavoisier.

Assurto a larga fama come scienziato e come chimico industriale ebbe non poca influenza sulla nostra cultura chimica per le relazioni personali mantenute con i chimici torinesi e con la nostra Accademia a cui inviò per la pubblicazione una sua importante nota: *Sur les combinaisons de l'acide muriatique oxigené*, in cui afferma che si tratta dell'elemento cloro.

— *Giovanni Antonio Giobert*, diplomato farmacista e autodidatta proprio attraverso gli amichevoli rapporti con il Berthollet fu tra noi l'introduttore e divulgatore delle nuove teorie Lavoiseriane: già nel 1788 vinse un premio a concorso dell'Accademia di Mantova sul tema: *Examen chimique de la doctrine du flogiste et des theories des pneumatistes par rapport a la nature de l'eau.* Altra chiara esposizione delle nuove teorie è una lettera del 1794 a Lorgna (fondatore dell'Accademia dei XL). Interessante anche un suo glossario con la traduzione delle vecchie denominazioni chimico alchimistiche in quelle della nuova chimica.

Fu un attento analista, dimostrò che la cosiddetta allumina di Baldissero impiegata per la preparazione delle porcellane era invece carbonato di magnesio (e prese poi il nome di Giobertite). Si occupò anche di chimica agraria e scrisse sul pastello o guado (*isatis tinctoria*) e sull'estrazione da esso dell'indaco che non poteva più essere importato, ricevendone un alto riconoscimento da Napoleone. Ideò un eudiometro al fosforo. Fu il primo professore di chimica alla nostra Università (1801) e il Sobrero ne scrisse: « il suo nome suona venerato a tutti coloro che lo ebbero Maestro. Profondo ed erudito nella Scienza al cui progresso contribuirono le sue pazienti ed ingegnose ricerche, era anche peritissimo nella chimica tecnica ». Molto si prodigò nei lavori Accademici.

— *Vittorio Amedeo Gioanetti*: medico, anch'egli chimico autodidatta, escogitò metodi originali di analisi chimica specie nel campo delle acque minerali: fu preconizzato a coprire nel 1776 la cattedra di chimica all'Università: però non l'ottenne per la persistente incomprensione dei governanti, ma ne venne nominato professore onorario con pensione; tenne tuttavia corsi privati.

Egli va ricordato essenzialmente per la sua attività dedicata alla Regia Manifattura di Porcellane che egli diresse a Vinovo, studiando particolari tipi di impasto con materiali piemontesi e ottenendo risultati di valore estetico ed artistico tuttora validissimi e universalmente apprezzati dagli intenditori: purtroppo con scarsi risultati economici.

— *Costanzo Benedetto Bonvicino*: medico, allievo del precedente, molto colto, abile sperimentatore e acuto nella osservazione. Si occupò in particolare della purificazione dei reagenti chimici e dell'esame dei minerali piemontesi. Studiò per incarico dell'Accademia le acque minerali della Savoia. Fu il primo professore di Chimica Farmaceutica all'Università (1800): il suo corso in due volumi svolto con chiarezza e semplicità costituisce il primo trattato di chimica scritto in Italiano.

Non vanno inoltre dimenticati gli accademici:

— *Carlo Lodovico Morozzo* generale dell'Esercito e a lungo Presidente dell'Accademia: si occupò della composizione dell'aria, dell'assorbimento dei gas da parte del carbone, della fosforescenza e dei colori vegetali e animali.

— *Francesco Giovanni Gardini*: ha dissertato sull'elettricità animale già nel 1788 (prima di Galvani) e avendo osservato la variazione di colore nelle scintille elettriche a seconda dei metalli da cui scoccavano potrebbe essere considerato un antesignano degli spettroscopisti.

— *Alessandro Vittorio d'Antoni*: Direttore della scuola d'Artiglieria com-

pì ricerche nel Laboratorio chimico dell'Arsenale e scrisse un Trattato sulle polveri e sulle Arti militari che riscosse vivo interesse anche fuori del Piemonte.

– *Giovanni Maria Fontana.* Studiò a Parigi con Maquet e Baumé. Buon analista, insegnò privatamente.

È d'uopo pertanto riconoscere che nel corso della seconda metà del 700 si era costituito nell'Accademia un certo ambiente chimico per la volontà di uomini capaci e volenterosi i quali anche con scarsezza di attrezzature riuscirono a bene operare.

Non stupisce quindi se giovani che sentivano inclinazione verso lo studio della fenomenologia naturale ad essa venissero attratti: tra questi i fratelli Amedeo e Felice Avogadro, che per volontà paterna si erano laureati in leggi civili ed ecclesiastiche, si iniziarono attraverso letture e semplici sperimentazioni allo studio della fisica e della chimica in un laboratorietto casalingo a Biella, ove la famiglia era sfollata a causa degli eventi bellici.

Al rientro a Torino, nel nuovo clima di calma politica, l'Amedeo ha maggiore possibilità di dedicarsi agli studi prediletti e può frequentare all'Università le lezioni di fisica di Vassalli Eandi con tale profitto che nel 1805 ne diventa ripetitore al Collegio delle Province; nel 1809 è nominato professore di Filosofia Naturale al Collegio (liceo) di Vercelli.

Ma i suoi primi incontri con l'Accademia non furono certo felici, poiché due note, una di fisica e una di chimica, ad essa presentate (1803-1804) furono dagli Accademici passate all'Archivio (ove tutt'ora si trovano) pur concedendo parole di lode e la nomina a socio corrispondente, ma ricevendo l'invito a dedicarsi alla pratica sperimentale.

La nota di chimica: *Considerations sur la nature des substances connues sous le nom de sels metalliques et sur l'ordre de combinaison au quel il parait le plus convenable de les rapporter* è infatti una trattazione puramente dialettica, condotta secondo gli schemi Scolastici, ma con copiosi riferimenti (e taluni anche polemici) a recenti pubblicazioni di scienziati qualificati. Non c'è quindi da stupirsi, se la commissione di accademici, presieduta da Giobert, si sia così espressa, dato che essi erano chimici pratici, attaccati ai risultati delle esperienze su singoli argomenti, senza alcuna idea o volontà di procedere a generalizzazioni.

Mentre invece fu proprio questa la forza che fece grande l'Avogadro: cercare e riuscire, da pochi risultati sperimentali, a giungere ad una vasta visione fenomenologica: e qui è bene ricordare che per la legge che porta il suo nome e che, enunciata nel 1811, lo rese famoso, le conclusioni furono tratte ragionando su soli 16 valori di densità di vapore e su una decina di dati analitici, desunti dai lavori di noti ricercatori.

Egli che pur fu preciso sperimentatore in fisica e si professava fisico non ha sperimento in chimica, ma ne discusse a fondo con vastità d'ingegno e profonda sensibilità speculativa di vero filosofo naturale.

Chiamato a Torino nel 1819 a insegnare la Fisica sublime all'Università, frequentò assiduamente l'Accademia, nella cui biblioteca trovava l'alimento alle sue cogitazioni: fu Direttore della Classe di Scienze Fisiche Matematiche e Naturali per oltre vent'anni e vi presentò una trentina di memorie: egli operò con rara modestia, ma con la consapevolezza dell'uomo di genio.

Non è certamente possibile addentrarci qui, anche solo sommariamente, nella vastissima produzione chimica dell'Avogadro: basterà ricordare che a lui si deve il riconoscimento di molecole elementari poliatomiche e della possibilità della loro scissione in atomi nel corso delle reazioni (concetto collegato con la legge che porta il suo nome); il calcolo dei pesi atomici, la definizione delle formule di costituzione, uguali a quelle odierne, di ossidi, anidridi e sali, con la conseguente distinzione degli elementi chimici in gruppi (che ricevettero poi la codificazione nel sistema periodico di Mendeleieff), nonché di numerosi composti organici e la correlazione numerica fra costituzione chimica e proprietà fisiche. Si occupò anche secondo sue originali idee di nomenclatura e grafia delle formule chimiche: fu il primo a scrivere Acqua = H_2O.

Scrisse un ponderoso Trattato di Fisica, in 4 volumi, in 8°, disegnò un nuovo tipo di elettroscopio e lasciò 75 volumi di manoscritti, ove sono raccolti miscellanee del lavoro quotidiano, riassunti ed estratti dalle riviste, appunti e prime copie dei suoi lavori.

Quando noi li rileggiamo troviamo che Avogadro espose in modo assai chiaro le proprie teorie, ma queste rimasero quasi ignote ai chimici per decenni oppure furono accomunate a quelle di Ampère e di altri, che del problema si occuparono assai dopo di lui.

Soltanto in occasione del primo centenario dell'enunciazione della *teoria delle molecole* (1911) in una solenne cerimonia commemorativa promossa dalla nostra Accademia con l'intervento di Scienziati di tutto il mondo e una smagliante allocuzione di Icilio Guareschi, veniva definitivamente sancita per l'*Ipotesi* il valore di *legge fondamentale per la chimica* e per Amedeo Avogadro la *priorità assoluta nell'enunciazione*.

Contemporanei di Avogadro, oltre a Gian Lorenzo Cantù e Vittorio Michelotti, modesti chimici che si occuparono essenzialmente di chimica analitica applicata, ve ne furono due che assursero a notorietà: il Sobrero e il Selmi.

— *Ascanio Sobrero*, nato a Casale Monferrato, laureato in Medicina a Torino, allievo di Giobert, nel 1840 è nel laboratorio di Pelouze a Parigi, ove in quel tempo era in gran voga lo studio dell'azione dell'acido nitrico sulle sostanze organiche ed era risultato che la glicerina non veniva nitrata, ma

bruciata. Al suo ritorno a Torino, dopo un breve soggiorno nel laboratorio di Liebig a Giessen, fu chiamato ad insegnare nella nuova Scuola di Meccanica e Chimica applicata alle Arti e fu in questo pur modesto laboratorio che impiegando un miscuglio di acidi nitrico e solforico concentrati il Sobrero riuscì a nitrare la glicerina ottenendo la nitroglicerina e in seguito il nitrosaccarosio e la nitromannite: queste ricerche furono pubblicate nelle nostre Memorie. Nello stesso piccolo laboratorio compì studi sull'olivile e ottenne, lavorando sull'essenza di trementina, l'idrato di pinene e il tetraidrato di pinene (chiamati poi su proposta di Armstrong rispettivamente *sobrerolo* e *sobreritrite*).

Se a Sobrero spetta senza dubbio alcuno il merito della scoperta della nitroglicerina e quello di avere chiarito la sua azione fisiologica, tuttavia egli non fu un chimico industriale e storicamente è d'uopo ammettere che l'importante contributo di ricerca da lui portato richiamò l'attenzione del mondo chimico solo dopo che Alfredo Nobel ne mise in evidenza l'alto potere esplosivo, riuscendo a trasformare la nitroglicerina, instabile e difficile da maneggiare, nella dinamite (esplosivo da scoppio e da lancio) impastandola con il 25 per cento di inerte terra da infusori, ottenendo poi anche le gelatine e la balistite cioè gli esplosivi che oggi hanno largo impiego nelle miniere e nella industria e purtroppo sono anche terribili mezzi di distruzione e morte.

Sobrero tenne ottimi rapporti con il Nobel che incontrò più volte nel dinamitificio di Avigliana ed è da ricordare come chi ha lasciato orma indelebile nella ricerca scientifica e che con essa ha contribuito al progresso della tecnica.

— *Francesco Selmi*, esule e bandito da Modena fu ospitato nel 1848 nel suo laboratorio dal Sobrero e con lui intraprese collaborazione di studio e di ricerca: ne fanno fede alcuni manoscritti nel nostro Archivio. Selmi nel 1850 ottenne, in seguito a concorso, un premio dalla nostra Accademia sul tema: *Introduzione allo studio della Chimica*. Fu poi professore nel Collegio Nazionale e nell'Istituto di Commercio e Industria e infine professore di Chimica Farmaceutica a Bologna. Esperto nella chimica organica ha lasciato alla Storia della Chimica la scoperta delle *ptomaine*, scoperta che rivoluzionò la Chimica Tossicologica, specialmente nei suoi rapporti con la Medicina Legale. Inoltre va ricordato per l'originale contributo alla Chimica delle Fermentazioni e per la sua interpretazione delle pseudo soluzioni che lo fanno considerare come Fondatore della Chimica colloidale. Di lui non si deve dimenticare l'Enciclopedia di Chimica Scientifica e industriale in 11 volumi, pubblicata a Torino dalla Pomba Utet.

Nel 1855 fu chiamato alla Cattedra Torinese di chimica Raffaele Piria già docente a Pisa, con la fama di chimico di primo piano nella Chimica Organica sperimentale. Egli infatti introdusse nuovi metodi di sintesi e compì ricerche

considerate classiche sulla salicina, populina, tirosina che lo pongono tra i pionieri della moderna Chimica Farmaceutica di sintesi. Provvide ad attrezzare modernamente il laboratorio nel Convento di S. Francesco da Paola, ma benché accademico non diede contributi alle nostre Memorie, anche perché era direttore del *Nuovo Cimento*, che per qualche anno fu stampato qui dal Paravia, e perché, come fervente patriota (aveva comandato la compagnia degli studenti Pisani a Curtatone) fu distolto alla ricerca da cariche politiche e ministeriali.

Dopo Piria avemmo due chimici organici stranieri: Adolfo Lieben, austriaco, che è noto fra l'altro per la scoperta della reazione che porta il suo nome di individuazione e dosaggio dell'alcole etilico (che ebbe valore ufficiale fino al recente avvento dei metodi gascromatografici) e il tedesco Ugo Schiff di larga notorietà (si ricordano le basi e il reattivo di Schiff).

Nel 1871 viene, per concorso, alla cattedra di Chimica Michele Fileti, anch'egli chimico organico, allievo di Cannizzaro, il quale si applicò a creare un Istituto degno della tradizione universitaria torinese, che tutt'ora, con gli adeguati ampliamenti, è tra i più attrezzati in Italia. Fu un abile sperimentatore che condusse accurati studi sugli acidi organici insaturi e sui dichetoni: in queste ricerche fu coadiuvato da Giacomo Ponzio, che gli successe nel 1915 e che va ricordato in particolare per i suoi studi sulla isomeria delle diossime: se di origine strutturale oppur sterica: una serie di oltre 120 note!

Segue al Ponzio nel 1942 Antonio Nasini che dopo studi sulla viscosità e di chimica colloidale si occupò su vasta scala delle proprietà chimico fisiche strutturali degli altopolimeri e del loro influsso sul comportamento delle materie plastiche. A lui si deve il sorgere di un attrezzatissimo laboratorio e le iniziative per manifestazioni congressuali a Torino che favorirono incontri internazionali ad alto livello.

Frattanto si era esteso il numero degli Istituti di ricerca chimica, i cui direttori e allievi lasciarono larga traccia nelle nostre pubblicazioni.

Ricordo, purtroppo brevemente, *per la Chimica farmaceutica*:

— Icilio Guareschi, allievo di Selmi, fecondo sperimentatore e fecondo oratore: autore di una numerosa serie di ricerche originali in chimica organica e tossicologica. Diede notevole impulso allo studio della Storia della Chimica in Italia. Iniziò e diresse la Nuova Enciclopedia di Chimica edita dall'Utet a partire dal 1899, di una trentina di volumi.

— Luigi Mascarelli, più conosciuto per una serie di note sulla stereoisomeria dei derivati del difenile, e Antonio Angeletti.

Per la Chimica Organica e Industriale: Luigi Balbiano, Felice Garelli e il

Premio Nobel Giulio Natta, ben noto per i suoi studi sulla stereoisomeria degli altopolimeri.

Per la Chimica applicata: Alfonso Cossa, Clemente Montemartini, Luigi Losana e Carlo Goria.

Per la Chimica agraria: Francesco Scurti.

Per l'Elettrochimica: Ernesto Denina.

Per la Merceologia: Ferdinando Vignolo Lutati e Angelo Castiglioni, con i rispettivi numerosi allievi che collaboravano alla attività scientifica degli Istituti e ravvivarono le pagine dei nostri Atti e Memorie.

Infine è doveroso ricordare che oltre agli Accademici indigeni su cui mi sono soffermato, la nostra Accademia chiamò nelle sue file i più bei nomi della Chimica nazionale e internazionale ricevendo ambito lustro e accresciuta notorietà.

Inoltre non si può tralasciare di far cenno ad alcune manifestazioni straordinarie di rievocazione, plauso e riconoscenza a insigni Scienziati: oltre a quella del 1911, già ricordata,

– una analoga nel 1912 per il centenario della nascita di Ascanio Sobrero con la ripubblicazione degli scritti più rilevanti;

– il Convegno Internazionale, tenuto congiuntamente con l'Accademia dei Lincei nel 1969, per il Centenario del sistema periodico di Mendeleieff;

– e un ulteriore atto di ricordo per la fondamentale opera chimica di Avogadro in occasione del bicentenario della sua nascita.

Ho così tracciato succintamente la cronistoria delle vicende chimiche nella nostra Accademia attraverso le opere più significative degli Accademici e ne è risultato un quadro degno della nostra profonda ammirazione: per i primi chimici che uscivano dalla notte dell'alchimia, per quelli che hanno contribuito a diffondere in Italia le nuove teorie atomistiche e ad iniziare una notevole collaborazione con la nascente industria in Piemonte, per Amedeo Avogadro che diede le leggi fondamentali della chimica, per Ascanio Sobrero che aprì la via alle vaste applicazioni degli esplosivi ed infine per tutta la schiera di chimici che nel nuovo modo di strutturazione degli studi, ciascuno nel proprio campo di ricerca pura od applicata, ha portato contributi di rilievo.

In questi ultimi anni si è verificato anche nella chimica una crescente specializzazione nei temi di ricerca, sicché le relazioni spesso appaiono non avere grande rilevanza, perché svolte in molto ristretti campi di indagine e quindi di minore intelligibilità da parte di chi non vi è addetto: ma sono sempre frutto di studi, di osservazioni e di discussioni e quindi di attualità.

D'altra parte è aumentato anche in Italia il numero di riviste sia di chimica generale che delle specializzazioni, il che toglie ai nostri Atti e Memo-

rie buona parte delle comunicazioni provenienti dai nostri Istituti e Laboratori che si sono costituiti nell'Università, nel Politecnico nonché in altre Istituzioni di ricerca: ma la capillare diffusione delle nostre pubblicazioni in tutto il mondo scientifico, attraverso gli scambi, garantisce ancora sempre una valida forma d'informazione e inoltre offre l'opportunità di prendere data su specifici contingenti argomenti; questi poi aumenterebbero di valore se periodicamente fossero seguiti da messe a punto di ricapitolazione.

Perché oggi la nostra Accademia non ha certamente esaurito il suo compito di fiaccola del sapere e produttrice di cultura: difatti per la chimica sono tuttora numerosi gli interventi dei nostri Accademici e dei loro Allievi, cui spesso seguono animate discussioni.

A conclusione credo sia lecito riaffermare che in questi due secoli la nostra Accademia ha indiscutibilmente bene operato e meritato per il progresso della Chimica Italiana attraverso l'opera di non pochi esimi cultori e certamente è ancora in grado di potere onorevolmente proseguire sul lusinghiero cammino tracciato dalle prestigiose orme lasciate dai nostri predecessori.

Dionigi Galletto

IL CONTRIBUTO DELL'ACCADEMIA ALLO SVILUPPO DELLA FISICA MATEMATICA E DELLA FISICA IN GENERALE (*)

In Piemonte il livello degli studi nell'ambito delle scienze fisiche nella prima metà del Settecento era sceso alquanto in basso: il corso di fisica che veniva impartito presso l'Università era fondato essenzialmente sulle dottrine fisiche di Cartesio, che, di tutta l'opera di questo grande scienziato e filosofo, costituiscono la parte di gran lunga meno valida, perché pressoché priva di seri fondamenti scientifici e nella sua quasi totalità concettualmente superata sin dal tempo in cui Newton aveva posto i fondamenti della sua meccanica.

Il merito di aver rinnovato interamente gli studi fisici in Piemonte spetta a quella singolare figura di scienziato e di maestro che fu il Padre Giambattista Beccaria [al secolo Francesco (1716-1781)], che, pur non essendo stato membro di questa Accademia (da cui contribuì a tenerlo lontano il suo difficile carattere), per il ruolo che egli svolse ritengo debba essere ricordato.

Monregalese, chiamato nel 1748, trentaduenne, ad insegnare la fisica all'Università di Torino, sgombrò immediatamente il campo dai fantasiosi vortici cartesiani e fondò il suo insegnamento sulla fisica di Newton, improntandolo al metodo sperimentale fondato da Galileo.

Sono questi i primi rilevanti meriti che vanno riconosciuti a Giambattista Beccaria: avere da un lato grandemente contribuito all'abbandono di una concezione del mondo fisico che aveva avuto largo seguito in Italia e in Europa, schiudendo contemporaneamente la strada alla grande costruzione lasciata da Newton, e, dall'altro, avere rilanciato il metodo sperimentale che è l'unico che permetta di giungere alla formulazione di valide teorie fisiche, metodo per il quale l'interesse, nella prima metà del Settecento, era molto diminuito, specialmente in Italia, che pur era stata la patria di Galileo e di Torricelli.

A questi meriti Beccaria ne aggiunse poi un altro: quello di aver fondato una grande scuola che si può dire sia stata all'origine della rinascita scientifica non soltanto in Piemonte ma in tutta l'Italia.

(*) Il presente testo riproduce parzialmente la conferenza tenuta al Convegno dall'Autore.

Furono tre suoi allievi — il conte Angelo Saluzzo di Monesiglio (1734-1810), cultore di scienze chimiche, il nipote Gianfrancesco Cigna (1734-1790), medico e fisico, e il torinese Luigi Lagrange (1736-1813) — che, come è stato ricordato, fondarono nel 1757 quella Privata Società Scientifica che divenne presto famosa nel mondo per i volumi ad altissimo livello scientifico da essa pubblicati e che ventisei anni dopo, ossia due secoli fa, sarebbe diventata la nostra Accademia delle Scienze, la quale, negli anni in cui sorse, si poteva considerare alla pari con le celebri Accademie di Parigi, di Berlino, di Pietroburgo e di Londra.

I cinque volumi pubblicati dalla Privata Società, interamente ispirati, per quanto concerne la fisica matematica e la fisica in generale, alla grande eredità lasciata da Newton e all'insegnamento di Galileo, costituiscono nell'insieme un'autentica pietra miliare nella storia della scienza.

Nel primo volume: *Miscellanea philosophico-mathematica Societatis privatae Taurinensis — Tomus primus*, apparso nel 1759, compare un fondamentale contributo del giovanissimo Lagrange all'analisi matematica (costituito dalle basi della teoria dei massimi e minimi per le funzioni in più variabili) e soprattutto compare la prima delle grandi memorie di fisica matematica che caratterizzeranno molta parte dell'immensa produzione scientifica del grande scienziato torinese. È la poderosa memoria che si intitola: *Recherches sur la nature, et la propagation du son.*

Le prime ricerche sistematiche sulla propagazione del suono risalivano (1687) a Newton (1642-1727) e risaliva a Newton il primo tentativo di deduzione, nell'ambito fisico-matematico, di una formula che fornisse la velocità di propagazione del suono nell'aria in funzione della pressione e della densità. La formula di Newton risultava però in contrasto con le misure sperimentali.

Eulero (1707-1783), nella sua fondamentale memoria del 1727 *Dissertatio physica de sono*, pur lasciando sostanzialmente aperti i vari problemi che in essa vengono affrontati, aveva influenzato con essa tutte le ricerche sul suono svolte nei decenni successivi, quali quelle dello stesso Eulero, quelle di Daniele Bernoulli (1700-1782), quelle di d'Alembert (1717-1783).

Strettamente connesso al problema della propagazione del suono è poi lo studio delle corde vibranti, per le quali d'Alembert aveva stabilito nel 1746 la celebre equazione che ne descrive il movimento, pervenendo anche alla sua soluzione, con delle condizioni che però sono estremamente vincolanti per le due funzioni che compaiono in essa. La necessità di queste condizioni venne negata da Eulero. Contemporaneamente, Daniele Bernoulli, nei suoi studi di vari tipi di sistemi oscillanti, era giunto alla conclusione che le vibrazioni che un corpo può effettuare possono aver luogo separatamente oppure simultaneamente, sovrapponendosi. Daniele Bernoulli non diede una giustificazione mate-

matica di questa possibilità di sovrapposizione simultanea, che permette di affermare che il più generale moto vibratorio di un qualsiasi corpo può essere ottenuto dalla sovrapposizione di moti semplici, e considerò questa possibilità di sovrapposizione come un nuovo principio della fisica.

Lagrange, ventitreenne, nella sua memoria sulla propagazione del suono entrò direttamente nella controversia che nel frattempo era sorta tra d'Alembert ed Eulero. Contrariamente a quanto affermato da Delambre (1749-1822) nella sua celebre commemorazione di Lagrange, commemorazione che nei riguardi di Lagrange influenzò tutte le storie della matematica scritte da allora sino ad oggi, Lagrange non riuscì a dirimere la controversia, nel senso che non riuscì a stabilire una teoria più valida di quella sviluppata da Daniele Bernoulli, né a provare chi dei due, d'Alembert o Eulero, fosse nel giusto. Nonostante ciò, Lagrange, con la sua memoria che rivela appieno le sue grandi doti di matematico e di fisico matematico, diede un nuovo impulso alle ricerche sulla teoria del suono, non tanto per i contributi in essa contenuti, per la maggior parte già ottenuti da Eulero in precedenza, ma soprattutto per la formidabile azione stimolante che la memoria ebbe su Eulero.

Eulero ricevette il volume che conteneva la memoria di Lagrange nell'ottobre del 1759: da una lettera di Eulero a Lagrange datata il 23 di quello stesso ottobre apprendiamo che Eulero, sotto l'impulso di Lagrange, ha ripreso dalle fondamenta le sue ricerche sulla teoria del suono; il primo novembre Eulero presenta all'Accademia di Berlino una prima memoria sull'argomento, dedicata allo sviluppo della teoria delle onde piane; il 13 dicembre ne presenta una seconda, che contiene la deduzione delle equazioni di propagazione nei casi bidimensionale e tridimensionale; e poco dopo ne presenta una terza, in cui viene sviluppata la teoria delle onde sferiche. Dalle lettere di Eulero a Lagrange si deduce che il contenuto di queste tre memorie viene sviluppato completamente, anche nei dettagli, tra il 2 ottobre e il 31 dicembre.

È essenzialmente in questo senso che la prima memoria di Lagrange sul suono, che lo rese immediatamente celebre, va intesa come un grande contributo dato dalla nostra Accademia allo sviluppo della fisica matematica.

Contemporaneamente, come si può dedurre dagli scambi di corrispondenza tra Eulero e Lagrange, Lagrange lavora sui medesimi argomenti, pervenendo sostanzialmente ai medesimi risultati, ossia pervenendo congiuntamente ma indipendentemente da Eulero, alla formulazione della teoria generale delle onde acustiche piane e sferiche.

Nel 1760 Eulero veniva chiamato a far parte della « Società Privata », mentre questa veniva elevata al rango di *Società Reale.*

Il secondo volume della Società: *Mélanges de philosophie et de mathématique de la Société Royale de Turin pour les années 1760-1761*, apparso nel

1762, ha la seconda parte, quella dedicata alla fisica e alla matematica, che si apre con la celebre lettera di Eulero a Lagrange, pubblicata da Lagrange con il titolo *Recherches sur la propagation des ébranlemens dans un milieu élastique* [1]: è la lettera di Eulero, datata 1° gennaio 1760, che riassume il contenuto della sua seconda e della sua terza memoria. (Il contenuto della sua prima memoria era stato riassunto nella lettera già ricordata inviata a Lagrange il 23 ottobre). Questa « Lettera » è fondamentale sia per quanto viene riferito sulla propagazione del suono, sia perché nelle dieci pagine a cui si riduce noi possiamo trovare i primi fondamenti cinematici della teoria delle deformazioni finite dei mezzi continui, teoria che troverà soltanto nel secolo successivo, il secolo scorso, i primi cultori — e primo fra tutti il milanese Gabrio Piola, che fu socio dell'Accademia — e che conoscerà i suoi sviluppi nelle sue grandi linee fondamentali soltanto in questo secolo.

Nella « Lettera » si trovano ad esempio i fondamenti della descrizione « materiale » dei mezzi continui, descrizione comunemente chiamata « lagrangiana », e, sostanzialmente, l'equazione di continuità in forma materiale (ossia nella terminologia corrente, l'equazione di continuità in forma « lagrangiana »).

Alla lettera di Eulero fa seguito l'enorme memoria di Lagrange *Nouvelles recherches sur la nature et la propagation du son*, in cui Lagrange espone i risultati a cui è pervenuto congiuntamente ma indipendentemente da Eulero, risultati che, come già è stato detto, costituiscono la formulazione della teoria generale delle onde acustiche piane e sferiche. Nello stesso lavoro Lagrange, sia pure con un metodo che ha carattere empirico, perviene alla formula che fornisce il corretto valore della velocità del suono nell'aria, formula che verrà dedotta soltanto oltre sessant'anni dopo, nel secolo scorso, da Laplace. In questa memoria di Lagrange si possono inoltre già trovare tracce dei teoremi del gradiente, della divergenza e della rotazione, che verranno stabiliti in forma generale soltanto nel secolo scorso ad opera di Green, di Stokes e di altri matematici [2].

Alla seconda memoria di Lagrange sulla propagazione del suono fa seguito un'altra fondamentale memoria di Lagrange, quell'*Essai d'une nouvelle méthode pour déterminer les* maxima *et les* minima *des formules intégrales indéfinies*, memoria che permette di ritenere Lagrange come il fondatore, congiunta-

(1) In questo, come in altri titoli o frasi riportate, viene conservata la grafia usata dagli autori.

(2) Nello stendere la parte relativa ai contributi di Eulero e di Lagrange sulla propagazione del suono l'Autore ha fatto ricorso agli ampi studi di C. Truesdell (socio straniero dell'Accademia) relativi all'argomento, contenuti nei volumi XII e XIII (serie II) dell'*Opera Omnia* di Eulero.

mente a Eulero, di quel fondamentale ramo dell'analisi matematica che è il calcolo delle variazioni, ramo che è di grandissima importanza per la fisica matematica e per la fisica in generale e che trova applicazione anche in altre discipline.

Alla memoria ora ricordata fa seguito subito un'altra: *Application de la méthode précédente à la solution de différens problèmes de Dynamique*, in cui attraverso i vari problemi che vengono in essa affrontati si può cogliere il suo aspetto fondamentale che è costituito dal fatto che in questa memoria si trovano già delineate nelle loro grandi linee quelle idee che saranno a fondamento, venticinque anni dopo, del celeberrimo trattato di Lagrange, la *Méchanique Analitique*, in cui la meccanica teorica, nella formulazione datale da Lagrange, diventa una vera e propria branca della matematica. « On ne trouvera point de Figures dans cet Ouvrage... Ceux qui aiment l'Analyse, verront avec plaisir la Méchanique en devenir une nouvelle branche... », scriverà Lagrange nella prefazione. Il trattato di Lagrange, che contiene in particolare le famosissime equazioni che portano il suo nome, ha influenzato l'evoluzione della meccanica, della fisica matematica e della fisica teorica fino ad oggi.

Il terzo volume della Società Reale di Torino: *Mélanges de philosophie et de mathématique de la Société Royale de Turin pour les années 1762-1765*, apparso nel 1766, è dominato dai contributi di Eulero (5 lavori), di Lagrange e di d'Alembert. Dei cinque lavori di Eulero, dedicati al movimento delle corde vibranti, a problemi di pura analisi e a problemi pratici di ottica, voglio ricordare soprattutto quello dedicato alle ricerche sull'integrazione di un'equazione differenziale alquanto generale, che si può considerare come il primo lavoro nella storia della scienza interamente dedicato a quel nuovo ramo dell'analisi matematica che le ricerche nell'ambito della meccanica e dell'idrodinamica, ad opera dei Bernoulli, di d'Alembert, di Eulero, di Lagrange, avevano fatto sorgere: la teoria delle equazioni differenziali alle derivate parziali.

Ai lavori di Eulero fa seguito una lunga memoria di Lagrange sulla *Solution de différens problèmes de calcul intégral*, che si ricollega alle precedenti ricerche di Eulero e di d'Alembert sulla dinamica dei fluidi.

Infine la memoria di d'Alembert *Extrait de différentes lettres de M. d'Alembert a M. de la Grange* è interessante per i vari problemi considerati, riguardanti il celebre problema dei tre corpi nella meccanica celeste, la librazione della Luna, le corde vibranti, ecc.

Nello stesso anno in cui appare il terzo volume dei *Mélanges*, cioè nel 1766, d'Alembert, Condorcet (1743-1794) e il giovanissimo Laplace (1749-1827) vengono chiamati a far parte della Società Reale, mentre Lagrange, su segnalazione di d'Alembert, viene chiamato da Federico il Grande a ricoprire la

carica di direttore della classe di scienze fisico-matematiche dell'Accademia delle Scienze di Berlino, lasciata vacante da Eulero, trasferitosi nel frattempo nuovamente a Pietroburgo presso quella famosa Accademia ideata da Pietro il Grande e realizzata dall'Imperatrice Caterina.

Nel 1769 appare il quarto volume dei *Mélanges*. Per quanto concerne la meccanica e la fisica matematica, esso contiene due ricerche di Lagrange su un caso particolare ma importantissimo del problema dei tre corpi (ricerche che non sono però originali, perché già affrontate e sviluppate in precedenza da Eulero). Esso contiene poi lavori vari di analisi matematica di d'Alembert, di Laplace e di Condorcet, e soprattutto un fondamentale contributo di Lagrange all'analisi diofantea in cui perviene alla soluzione di un celebre problema risalente a Fermat.

Nel 1770 Monge (1746-1818) viene chiamato a far parte della Società Reale. Negli anni successivi appare il quinto volume dei *Mélanges* con quattro lavori di Condorcet, due di Lagrange (di cui uno dedicato al calcolo delle probabilità) e due, particolarmente importanti, di Monge relativi alle equazioni differenziali alle derivate parziali.

Nel 1783, due secoli fa, la Società Reale veniva elevata al rango di Reale Accademia delle Scienze, con il Conte di Saluzzo presidente e Lagrange presidente onorario. Altri membri, illustri, venivano nel frattempo aggiunti e tra questi Beniamino Franklin (1706-1790), che era stato legato da un vivo sentimento di amicizia con il Padre Beccaria, scomparso nel 1781. Nello stesso 1783 morivano d'Alembert ed Eulero. Non mi risulta che da nessuna parte si sia debitamente ricordato che quest'anno cade il bicentenario della scomparsa di questi due grandi protagonisti della cultura e della scienza del Settecento e pertanto, in omaggio alla loro memoria, ritengo doveroso in questa mia conferenza sottolineare in modo particolare questa data, l'anno 1783, che associa la loro scomparsa con la nascita della nostra Accademia.

I primi volumi pubblicati dall'Accademia Reale, con il titolo di *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Turin* e con la numerazione che prosegue quella delle *Miscellanea*, contengono contributi di Monge alla matematica, di Lagrange all'idrodinamica e all'analisi matematica, un contributo di Giacomo II Bernoulli (1759-1789) — uno dei tanti illustri Bernoulli, nominato socio corrispondente dell'Accademia nel 1784 e morto tragicamente a soli trent'anni; con lui ebbe fine la dinastia dei grandi matematici della famiglia Bernoulli (furono una diecina), protagonisti della scena matematica per oltre un secolo.

Nel 1788 compare, pubblicata a Parigi, la *Méchanique analitique* di Lagrange.

Il volume IX delle *Mémoires* contiene tra i tanti lavori interessanti un

notevole contributo di Delambre, in cui vengono fornite formule atte allo studio sul piano dell'eclittica delle orbite dei pianeti.

Il grande astronomo francese era stato nominato socio corrispondente dell'Accademia nel 1788, unitamente a un altro grande astronomo francese, l'attivissimo Lalande (1732-1807). Il nome di Delambre è legato, tra l'altro, alla misura dell'arco di meridiano tra Dunkerque e Barcellona.

Ho già ricordato il ruolo che ebbe il Padre Beccaria nel rinnovamento degli studi fisici in Piemonte e a questo punto, pur non essendo stato membro di questa Accademia, voglio ricordare un altro merito di Giambattista Beccaria che è costituito dai contributi da lui dati al progresso della conoscenza nell'ambito dell'elettrologia, un campo in cui l'Italia nella prima metà del Settecento non aveva cultori e che a fine secolo invece, con Galvani (1737-1798) e soprattutto con Volta (1745-1827), si troverà, sia pure per breve tempo, in una posizione di primato nel mondo.

Alessandro Volta venne eletto membro dell'Accademia nel 1794.

A tenere alta in Piemonte la tradizione degli studi nell'ambito dell'elettrologia contribuì lo stesso Gianfrancesco Cigna, uno dei tre fondatori della Privata Società Scientifica, di cui ricorderò le ricerche riassunte in una memoria apparsa nel volume del 1766 dei *Mélanges*, ricerche che sono vicine a quelle che, alcuni anni dopo, condurranno Alessandro Volta alla realizzazione del suo celebre elettroforo; e contribuì in particolare l'Abate Vassalli-Eandi (1761-1825), nominato membro dell'Accademia nel 1787, che fu tra i primi realizzatori dell'elettrometro a foglie d'oro.

Nel 1801, alla Classe di Scienze fisiche e matematiche venne aggiunta una nuova Classe, chiamata *de littérature et beaux arts*, e a rigore sarebbe quindi il 2001 l'anno in cui la Classe di Scienze morali, storiche e filologiche dovrebbe celebrare il bicentenario della sua fondazione.

Nel 1805 l'Accademia divenne *impériale*, con Napoleone Bonaparte presidente onorario. Nel 1813 moriva Lagrange. Nel 1815, con la Restaurazione, l'Accademia riassumeva la sua antica denominazione, mantenendo però la nuova Classe che assumeva la denominazione di Classe di Scienze morali, storiche e filologiche, mentre le *Mémoires* diventavano le *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino.*

Risalgono a questo periodo i primi contributi dati all'Accademia da Giovanni Plana (1781-1864), che fu Presidente dell'Accademia per circa tredici anni, e il cui nome è in particolare legato alle ricerche, da lui in parte svolte in collaborazione con Francesco Carlini (1783-1862), sul movimento, alquanto

complesso, della Luna, ricerche raccolte in tre grandi volumi, con il titolo *Théorie du Mouvement de la Lune*, che complessivamente superano le duemilacinquecento pagine. Il suo nome è legato anche al collegamento, effettuato in collaborazione con il Carlini, delle reti geodetiche della Francia e dell'Austria attraverso la Valle Padana, nonché alla verifica della precisione della misura dell'arco di meridiano tra Mondovì e Andrate (nei pressi di Ivrea) effettuata tra il 1760 e il 1764 dal Beccaria, precisione che era stata posta in dubbio negli ambienti scientifici francesi. È dovuto poi al Plana il trasferimento, nel 1823, in una delle torri di Palazzo Madama, dell'antico e modesto osservatorio fondato dal Beccaria verso la metà del Settecento, osservatorio che aveva trovato in precedenza sistemazione sui tetti dell'edificio dell'Accademia. Nel 1912 l'osservatorio verrà trasferito nell'attuale sede di Pino Torinese.

Oltre sessanta sono i lavori pubblicati dal Plana nelle *Memorie* della nostra Accademia, riguardanti argomenti svariati di analisi matematica, questioni di propagazione ondosa, la densità dell'atmosfera e la rifrazione astronomica, il moto di un pendolo in un mezzo resistente, il pendolo di Foucault, la variazione della temperatura con l'altitudine, la formazione degli asteroidi, le grandi diseguaglianze che si presentano nel movimento di Giove e Saturno (un argomento che lo trascinerà in un'aspra controversia con Laplace, che d'altro canto elogiò nel suo grande *Traité de mécanique céleste* le ricerche di Plana sul movimento della Luna); e ancora tra le ricerche del Plana abbiamo argomenti riguardanti fenomeni di urto, la distribuzione dell'elettricità su due sfere conduttrici e isolate, tentativi per la formulazione di una teoria della luce polarizzata, la propagazione del calore, la variazione di temperatura della terra, il moto delle comete (studio che venne elogiato dal celebre Encke (1791-1865)) osservazioni astronomiche varie, ecc.

A tutt'oggi una valutazione obiettiva dell'opera scientifica di Giovanni Plana non è ancora stata definitivamente data e potrebbe essere un argomento di notevole interesse per gli studiosi, naturalmente quelli ben ferrati, di storia della matematica.

Contemporaneamente al Plana emerge la grande figura di Amedeo Avogadro (1776-1856), che fu socio dell'Accademia dal 1804, figura già ampiamente illustrata nella conferenza in cui si è trattato del contributo dato dall'Accademia allo sviluppo delle scienze chimiche. I suoi contributi non si limitarono alla sola chimica, ed anzi la grande legge legata al suo nome appartiene sia alla chimica che alla fisica. Vari furono i suoi contributi alla fisica apparsi sulle *Memorie* dell'Accademia, dall'importante memoria del 1822 *Sur la costruction d'un voltimètre multiplicateur et sur une application à la détermination de l'ordre des métaux, relativement à leur électricité par contact*, che tra l'altro rappresenta un notevole contributo chiarificatore a una celebre controver-

sia sorta in quei tempi e relativa alle differenze di potenziale, alla *Mémoire sur les conséquences qu'on peut déduire des expériences de M. Regnault sur la loi de compressibilité des gaz* del 1851. Il nome di Regnault (1810-1878), che fu socio dell'Accademia, è ben noto per le sue fondamentali esperienze che grande influenza ebbero nella scoperta dei principi della termodinamica.

Verso la metà del secolo scorso emerge nell'Accademia la figura del Generale Menabrea (1809-1896), i cui contributi alla teoria dell'elasticità verranno illustrati nella conferenza in cui si tratterà del contributo dato dall'Accademia al progresso della meccanica applicata, come in tale sede verranno illustrati i contributi di un altro grande cultore della teoria dell'elasticità, Alberto Castigliano (1847-1884), chiamato a far parte come socio corrispondente dell'Accademia nel 1882 e scomparso prematuramente due anni dopo, a soli trentasette anni.

Nel 1865 l'Accademia inizia, accanto alla pubblicazione delle *Memorie*, quella degli *Atti*. E nel primo volume degli *Atti* compare una breve comunicazione di Enrico Betti (1823-1892), chiamato a far parte dell'Accademia nel 1864, nella quale viene enunciato un interessante teorema relativo al potenziale elettrostatico, il quale intende fornire anche un metodo sperimentale per la determinazione del potenziale di un sistema di conduttori elettrizzati. È questo l'unico, ma significativo contributo dato all'Accademia dal grande matematico, la cui opera diretta e indiretta – come ebbe a scrivere il nostro illustre socio Francesco Tricomi (1897-1978), scomparso pochi anni or sono – contribuì in modo essenziale a risollevare il livello degli studi matematici in Italia, che nella prima metà dell'Ottocento erano scesi ad un livello molto basso.

Anche il grande matematico Eugenio Beltrami (1835-1900) appartenne alla nostra Accademia, chiamato a farne parte nel 1880. Sugli *Atti*, nel 1881, Beltrami pubblicò un'importante nota, in cui viene stabilita l'espressione del potenziale di un anello circolare omogeneo facendo ricorso alle cosiddette funzioni cilindriche.

Intendo poi ricordare il grande astronomo saviglianese Giovanni Schiaparelli (1835-1910), che venne chiamato a far parte dell'Accademia nel 1870 e di cui, tra le *Memorie*, esiste un lungo lavoro, di natura essenzialmente matematica e precisamente geometrica. Intendo ricordarlo, non tanto per questo contributo, che esula dal tema di questa conferenza, ma per esprimere il rincrescimento che a Schiaparelli, che è stato tra l'altro uno dei pionieri dell'astrofisica, sia stata negata la possibilità di svolgere la sua attività di scienziato negli ambienti torinesi. Questa possibilità gli venne negata dal Plana, di cui era stato allievo, con una frase divenuta amaramente famosa: « In Piemonte c'è già un astronomo e ve ne è a sufficienza ». Schiaparelli fu perciò costretto a cer-

care sistemazione altrove e precisamente all'Osservatorio di Brera, di cui, a soli 27 anni, divenne direttore.

Nella seconda metà del secolo emergono nell'ambito dell'Accademia la figura del Generale e Professore Francesco Siacci (1839-1907), di cui certamente si parlerà a parte, e soprattutto la figura di Galileo Ferraris (1847-1897), chiamato a far parte dell'Accademia come socio nazionale nel 1880 e scomparso prematuramente, a soli 49 anni, nel 1897.

Il ruolo svolto da Galileo Ferraris nello sviluppo dell'elettrotecnica, come è ben noto, è di immensa portata: scarsamente noto, se non quasi sconosciuto, è forse invece il particolare che praticamente l'intera sua produzione scientifica è stata da lui pubblicata nelle *Memorie* e negli *Atti* dell'Accademia.

Ma il grande scienziato e il ruolo da lui svolto nello sviluppo dell'elettrotecnica verrà ricordato a parte, nella sua naturale sede. Accennerò qui soltanto brevemente al suo notevole interesse per l'ottica, sia nei suoi aspetti teorici che pratici, interesse che si tradusse nell'importante lavoro *Sui cannocchiali con obiettivo composto di più lenti a distanza le une dalle altre*, presentato nel 1880 all'Accademia, lavoro in cui, prendendo in esame il cannocchiale anallattico di Porro (il pinerolese Ignazio Porro (1801-1875), che è stato pure lui membro dell'Accademia e che Schiaparelli definì « un uomo che ebbe in sé il genio della meccanica e dell'ottica pratica, e le combinazioni loro seppe in nuovi modi usare a vantaggio della geodesia e dell'astronomia »), Galileo Ferraris, tramite formule da lui dedotte, ottenne un risultato di notevole importanza pratica, che condusse alla costruzione di cannocchiali particolarmente adatti a strumenti geodetici, in quanto, a parità di ingrandimento, risultavano più corti di quelli che si costruivano in precedenza.

Vito Volterra (1860-1940), che è tra i massimi scienziati italiani di tutti i tempi, diventò socio nazionale dell'Accademia nel 1895, quando aveva 35 anni. Due anni prima era stato chiamato a Torino sulla cattedra di meccanica superiore, che era stata in precedenza di Siacci, e a Torino rimase per sette anni, fino al 1900.

È a Torino che Vito Volterra pose le basi di quella fondamentale branca dell'analisi matematica che va sotto il nome di teoria delle equazioni integrali, e precisamente di quella parte di questa teoria che oggi è universalmente nota come la teoria delle equazioni di Volterra. Le prime ricerche che Volterra svolse al riguardo sono state pubblicate nel 1896 sugli *Atti* dell'Accademia, e precisamente nelle quattro note che hanno per titolo *Sulla inversione degli integrali definiti*.

Ho voluto esplicitamente ricordare questo grandissimo contributo di Volterra perché la teoria delle equazioni integrali, oltre ad essere stato e ad essere

tutt'ora un campo estesissimo di indagini, trova grandi applicazioni nella risolubilità di molti e svariati problemi di meccanica e di fisica matematica.

Sono una ventina le note che Volterra ha pubblicato sugli *Atti* della nostra Accademia e quasi tutte risalgono al suo periodo torinese, note che, oltre all'analisi matematica, riguardano argomenti vari di meccanica, tutti di notevole interesse, come i suoi studi miranti a sviluppare una teoria dei moti del polo terrestre che giustificasse l'anomalo spostamento, sia pure minimo, che esso presenta nel tempo, e lo studio e l'integrazione di particolari classi di equazioni dinamiche.

A succedere a Volterra presso l'Università di Torino venne chiamato nel 1901 Giacinto Morera (1856-1909), che nel 1902 venne eletto socio nazionale dell'Accademia. Svariati furono i suoi contributi alla meccanica e alla fisica matematica, oltre che all'analisi, molti dei quali notevoli. Dei numerosi lavori che pubblicò sugli *Atti* e sulle *Memorie* dell'Accademia voglio in particolare ricordare le sue ricerche pubblicate nel 1895 *Sulle equazioni generali per l'equilibrio dei sistemi continui a tre dimensioni*, le sue indagini sull'integrazione delle equazioni della dinamica, pubblicate nel 1903, nonché la poderosa memoria *Sulla attrazione degli ellissoidi e sulle funzioni armoniche ellissoidali di seconda specie*, apparsa nel 1905.

Al pari di altri illustri membri che ho ricordato, scomparve prematuramente, nel 1909, a soli 53 anni.

Anche Carlo Somigliana (1860-1955), discendente per via materna da Alessandro Volta, giunse a Torino agli inizi del secolo, e precisamente nel 1903, ove rimase come professore di fisica matematica fino al 1935, anno del suo collocamento a riposo. Nato nel 1860 e coetaneo quindi di Vito Volterra, venne eletto socio nazionale dell'Accademia nel 1902. Tra i maggiori fisici matematici italiani ad indirizzo classico e con interessi che si estendevano alla geodesia, alla geofisica, alla glaciologia, pubblicò varie sue importanti ricerche sulle *Memorie* e sugli *Atti* dell'Accademia. Tra queste voglio citare: le sue ricerche sulla dinamica dei mezzi isotropi contenute in tre note pubblicate sugli *Atti* negli anni 1906 e 1907, in cui, con il procedimento da lui introdotto per lo studio analogo da lui svolto in precedenza nel caso statico, deduce le equazioni integrali nel caso del movimento; gli studi sulla propagazione ondosa nei mezzi isotropi (1905); le indagini sulle onde di Rayleigh (1918); le indagini sulla relazione tra il principio di Huygens e l'ottica geometrica (1919); quelle sulle linee di forza di campi newtoniani simmetrici attorno ad un asse (1931); le ricerche sulle relazioni che esistono tra i valori della gravità sul geoide ellissoidico (1934), indagine che si inserisce in un contesto molto più ampio da lui a fondo esaminato in una vastissima memoria (*Teoria genera-*

le del campo gravitazionale dell'ellissoide di rotazione) pubblicata nelle « Memorie della Società Astronomica Italiana » nel 1929.

Voglio inoltre ricordare l'ampio lavoro pubblicato da Somigliana nel 1913 nelle *Memorie* in collaborazione con il geofisico Francesco Vercelli (1883-1952), che è stato anche lui socio dell'Accademia, lavoro dedicato alla previsione matematica della temperatura nei grandi trafori alpini.

Nel 1899, nelle *Memorie*, appare un fondamentale lavoro di Tullio Levi-Civita (1873-1941), riguardante i *Tipi di potenziali che si possono far dipendere da due sole coordinate*. Due sono le ragioni che rendono la memoria particolarmente importante: la prima risiede nel fatto che in essa Levi-Civita, non ancora ventiseienne, risolve un problema che nemmeno il grande Riemann (1826-1866) e Vito Volterra erano riusciti a risolvere, e cioè la determinazione di tutti i tipi di potenziali nello spazio che si possono far dipendere da due sole coordinate; la seconda ragione risiede nel fatto che nel risolvere il problema Levi-Civita fa ricorso a un nuovo metodo di calcolo, il calcolo differenziale assoluto, ossia l'attuale calcolo tensoriale, ideato a Padova negli anni precedenti da Gregorio Ricci-Curbastro (1853-1925), che fu anche lui socio dell'Accademia. Tale metodo di calcolo era stato da Ricci-Curbastro sino a quel momento applicato pressoché unicamente a questioni di geometria differenziale, tra l'indifferenza quasi generale dei matematici del tempo, indifferenza che a volte si traduceva addirittura in un'aperta ostilità verso di esso. Fu Levi-Civita a capirne l'importanza e a intuire la sua immensa portata applicativa: nell'introduzione al lavoro apparso tra le *Memorie* dell'Accademia egli infatti scrive al riguardo della ricerca da lui svolta: « Uno studio diretto [...] sarebbe peraltro pressoché impraticabile, causa il rapido complicarsi delle formule. Ho fatto perciò appello ai metodi del Professor Ricci, che con mirabile agilità si adattano a questioni svariatissime, mettendone ognora a nudo l'intima natura e sfrondandole da ogni difficoltà inessenziale ». La conferma definitiva della validità e dell'importanza di tale metodo di calcolo si ebbe con la teoria della relatività generale, la cui formulazione, come Einstein ha più volte esplicitamente affermato, costituisce il trionfo del calcolo differenziale assoluto, formulazione che non sarebbe stata possibile senza il calcolo che Ricci-Curbastro aveva ideato e che era stato portato a perfezione da Tullio Levi-Civita.

Levi-Civita, tra i massimi matematici di tutti i tempi, lasciò, oltre a quello già citato, altri importanti contributi alla nostra Accademia, di cui venne chiamato a far parte nel 1910.

Svariati e numerosi sono i contributi dati all'Accademia dal fisico Antonio Garbasso (1871-1933), eletto socio nel 1910 e di cui gran parte dei contributi scientifici sono pubblicati negli *Atti* e nelle *Memorie*. Tra questi contributi

ritengo vadano ricordate le sue ricerche sull'influenza della magnetizzazione sulla resistenza dei metalli ferromagnetici (1891), le sue indagini di natura elettrotecnica sulla scarica di un condensatore in più circuiti derivati (1898, 1902), le sue ricerche, di schietto contenuto fisico-matematico, in parte condotte con il grande matematico Guido Fubini (1879-1943), sulla propagazione della luce in un mezzo isotropo nel caso in cui l'indice di rifrazione sia funzione qualsiasi del posto, ricerche che lo portarono alla bella memoria sul *Miraggio* (1907).

Parallelamente o quasi ad Antonio Garbasso ha operato Quirino Majorana (1871-1957), eletto socio nazionale dell'Accademia nel 1918. Sperimentatore dalle capacità insuperate, è ricordato in particolare per la ferma avversione che sempre manifestò nei riguardi delle teorie einsteiniane, specialmente nei riguardi della teoria della relatività ristretta, un aspetto questo che un po' lo accomuna a Carlo Somigliana (occorre però subito precisare che Somigliana, sia pure contrario alle suddette teorie, fu molto più prudente, contenuto e moderato nel negare validità ad esse).

Di Majorana voglio ricordare quelle sue raffinatissime esperienze fatte durante il suo periodo di permanenza a Torino presso il Politecnico (periodo che cade attorno agli anni venti), esperienze miranti a negare il risultato dell'esperienza di Michelson e Morley, le quali non portarono ad altro risultato che quello di confermare in pieno quanto Michelson (1852-1931) e Morley (1838-1923) avevano scoperto circa trent'anni prima. Questo risultato, invece di essere, per l'accuratezza con cui era stato condotto, motivo di soddisfazione e anche di orgoglio, fu per Majorana quasi motivo di sconforto, al punto da portarlo alla ricerca di giustificazioni del risultato ottenuto che, riviste oggi, si possono, a ragione, ben definire cervellotiche. I risultati di queste sue pregevoli esperienze sono contenuti in una nota pubblicata nel 1918 negli *Atti* dell'Accademia.

Eligio Perucca (1890-1965), eletto socio nazionale nel 1930, si ricollega per le sue eccezionali doti di sperimentatore raffinato alla tradizione lasciata da Quirino Majorana, suo predecessore sulla cattedra di fisica presso il Politecnico, dal quale però si scosta per quel forte rigore logico e quel forte senso di razionalità che distingue tutta la sua opera. Numerosi sono stati i suoi contributi pubblicati negli *Atti* dell'Accademia, e difficile sarebbe qui anche solo elencarli: mi limiterò quindi a ricordare unicamente che è proprio negli *Atti* dell'Accademia che sta quella sua nota (1936) in cui viene descritto il ben noto elettrometro che porta il suo nome.

La produzione di Tommaso Boggio (1877-1963), successore di Morera sulla cattedra di meccanica superiore presso l'Università di Torino ed eletto socio nazionale dell'Accademia nel 1924, spazia nei campi più svariati della meccani-

ca e della fisica matematica, estendendosi anche all'analisi matematica e alla geometria. Vari suoi contributi sono di rilievo e alcuni di essi hanno già trovato posto definitivo nei trattati. Negli *Atti* dell'Accademia pubblicò numerosi lavori, dei quali voglio ricordare quello in cui estende alle funzioni di Green di ordine qualunque un noto teorema di reciprocità (1900), quello sull'equilibrio delle membrane elastiche piane (1900), nonché quello sulla deformazione delle piastre elastiche soggette al calore (1905).

Gino Cassinis (1885-1964), eletto socio dell'Accademia nel 1940, ben noto per i suoi importanti studi di natura geodetica, ha lasciato alla nostra Accademia un contributo di particolare rilievo, costituito da una nota comparsa sugli *Atti* nel 1927, in cui tratta della determinazione dello schiacciamento terrestre ai poli mediante i valori della gravità, e in cui riprende, perfezionandole e rendendole aderenti alla realtà, certe formule stabilite in precedenza da Carlo Somigliana.

Anche Antonio Signorini (1888-1963), eletto socio della Accademia nel 1928, ha lasciato traccia negli *Atti* con un suo contributo (1960) che riguarda certi importanti risultati da lui conseguiti nell'ambito della teoria non linearizzata dell'elasticità. Signorini ha dato contributi svariati alla meccanica teorica e alla fisica matematica in generale, ma il suo nome è soprattutto legato alla teoria delle deformazioni finite della meccanica dei continui, teoria che, come ho ricordato, ha, per quanto concerne l'aspetto cinematico, le sue lontane origini nella « Lettera di Eulero a Lagrange » pubblicata nel 1762 nel secondo volume dei *Mélanges* della Società Reale, teoria che era caduta in abbandono nella prima parte di questo secolo. Signorini e la sua scuola ripresero detta teoria ampiamente sviluppandola, e contribuirono così notevolmente al grande sviluppo che la meccanica dei continui, con le sue molteplici ramificazioni, ha avuto negli ultimi quarant'anni.

Così pure Bruno Finzi (1897-1974), eletto socio nazionale nel 1964, ha lasciato traccia negli *Atti* con un suo contributo che riguarda la difficile teoria della plasticità (1941). A Bruno Finzi, che ha dato importanti contributi ai settori più svariati della meccanica e della fisica matematica, va in particolare il merito di avere tenuto alto in Italia l'interesse per gli studi delle teorie relativistiche, specialmente dopo la scomparsa di Tullio Levi-Civita.

Anche Giovanni Zin (1913-1969), scomparso prematuramente a 56 anni, professore di fisica matematica presso la nostra Università, eletto socio nazionale dell'Accademia nel 1966, lasciò all'Accademia contributi di rilievo riguardanti l'elettromagnetismo, un settore di ricerca che particolarmente prediligeva.

Così pure contributi ha lasciato Enrico Persico (1900-1970), che lavorò con Fermi a Roma e che fu professore di fisica teorica a Torino, eletto socio dell'Accademia nel 1937.

Voglio poi ricordare anche la figura a tutti cara di Romolo Deaglio

(1899-1978), eletto socio nazionale dell'Accademia nel 1951, alla quale numerosi contributi ha lasciato, contributi che in parte si ricollegano alle ricerche di Eligio Perucca e in parte riguardano argomenti svariati e attuali di fisica classica.

Infine voglio ricordare il nostro socio Mario Verde, scomparso improvvisamente poco più che sessantenne qualche mese fa. Lo voglio ricordare per l'assiduità con cui sempre ha partecipato alle attività dell'Accademia, per l'attaccamento che per questa aveva, presso i cui *Atti*, a differenza di altri, mai disdegnò di pubblicare i suoi lavori. Varie sono infatti le sue note pubblicate sugli *Atti*; tra queste voglio citarne in particolare una che mi è sembrata particolarmente interessante e di rilievo: quella *Sullo spazio-tempo dell'elettrodinamica*, apparsa nel 1976.

E con questo concludo questa mia conferenza che copre un arco di tempo di circa 250 anni, scusandomi per le dimenticanze e per le imprecisioni, e per l'esposizione che a volte può essere apparsa noiosa.

Da essa si può discernere che, almeno per quanto riguarda i settori relativamente ai quali ho sia pure molto sommariamente riferito, sono quattro i grandi temi che direttamente si collegano ai suddetti settori e tramite i quali l'Accademia figura in primo piano, come protagonista: il calcolo delle variazioni, i fenomeni di propagazione ondosa e specificatamente la teoria della propagazione del suono, le equazioni differenziali alle derivate parziali, la teoria delle equazioni integrali, argomenti che nell'insieme costituiscono un bilancio estremamente lusinghiero e che pongono la nostra Accademia in una posizione che difficilmente altre istituzioni analoghe possono vantare.

Prima di concludere, contravvenendo a una disposizione ricevuta che è quella di non parlare dei viventi, voglio soltanto ricordare la grande memoria del 1936 del Professor Agostinelli *Sopra l'integrazione per separazione di variabili dell'equazione dinamica di Hamilton-Jacobi*, pubblicata tra le *Memorie*. E la ragione è questa: esattamente dieci anni fa, in questi giorni, avevo intrapreso lo studio di questa memoria per vedere se essa poteva essere argomento per ulteriori sviluppi nell'ambito della meccanica analitica, specialmente se vista alla luce degli attuali sviluppi della geometria differenziale. Dopo qualche settimana venni a sapere che un mio collaboratore, ora mio collega, aveva intrapreso un'indagine analoga ed allora desistetti. Le indagini intraprese da questo mio collega coinvolsero parte dell'Istituto di Fisica Matematica dell'Università da me diretto e portarono a tutta una fioritura di ricerche nel campo della meccanica analitica, al punto che, quando il professor Carlo Ferrari mi interpellò anni fa circa l'eventualità di organizzare presso la nostra Accademia un Simposio della « International Union of Theoretical and Applied Mechanics », la scelta dell'argomento fu facile. Da quest'insieme di fatti

nacque il Simposio sui « Moderni sviluppi della meccanica analitica », organizzato dal suddetto Istituto che porta il nome di Lagrange e tenutosi in questa sala lo scorso anno, con la partecipazione di oltre 180 studiosi di cui oltre la metà provenienti da ventitré paesi di tutti i continenti, e i cui *Atti*, costituiti da due grossi volumi e contenenti contributi di grande rilievo, sono apparsi proprio il giorno di apertura di questo convegno. È stato questo il modo con cui l'Istituto di Fisica Matematica « Joseph-Louis Lagrange » ha voluto ricordare il bicentenario della fondazione della nostra Accademia.

Alla luce di quanto ho brevemente esposto in questa mia conferenza si può ben dire che la nostra gloriosa Accademia è ben viva e vitale.

L'Autore esprime il suo più sentito ringraziamento al Prof. Bruno Barberis per tutta la collaborazione da lui data nella preparazione della presente conferenza.

Giovanni Jarre

IL CONTRIBUTO DELL'ACCADEMIA ALLO SVILUPPO DELLE SCIENZE TECNICHE

Nei suoi due secoli di vita la nostra Accademia ha attivamente partecipato al progresso tecnico e scientifico mondiale che, proprio in questi ultimi duecento anni, si è sviluppato con un ritmo di crescita mai vissuto in precedenza dall'umanità.

A fine Settecento si avviava la confluenza della pura inventiva tecnologica, culminata nella rivoluzione industriale inglese, con la pura speculazione scientifica, rivitalizzata dall'illuminismo francese.

Su questa decisiva confluenza inizia l'attività dell'Accademia nel settore delle scienze tecniche. Esse si aprono spazi crescenti fra le scienze pure — matematica, fisica e chimica — e le scienze naturali; per poi espandersi via via dall'idraulica alla meccanica applicata alla scienza delle costruzioni, dalla termotecnica all'elettrotecnica all'aerotecnica.

In ciascuno di questi rami, fino alle loro propaggini contemporanee, si potrebbero evidenziare essenziali contributi di singoli ed insigni accademici di riconosciuto valore internazionale. Ma occorrerebbe una competenza enciclopedica e sarebbe peraltro impossibile seguire una coerente linea sistematica di esposizione.

Però il vasto e crescente settore delle scienze tecniche presenta un tratto peculiare sul piano accademico: in altri settori il contributo scientifico dell'Accademia si limita alla somma dei contributi dei suoi singoli soci; invece, per le scienze tecniche, alla cospicua somma dei contributi individuali, si affianca un insieme di attività e di iniziative accademiche collettive o di collettiva utilità, che hanno spesso configurato l'Accademia come autorevole organo pubblico di consulenza tecnico-scientifica; soprattutto, ma non soltanto, nel periodo precedente l'unità d'Italia.

A queste attività dell'Accademia tutta, e non degli accademici singoli, limiterò la mia esposizione.

Fra i primi contributi collettivi dell'Accademia nel campo delle scienze tecniche debbono essere citati i concorsi a premi banditi su temi di immediata e pubblica utilità, come i seguenti:

— mezzi per fronteggiare la crisi socio-economica piemontese susseguente al mancato raccolto serico (1787);

— perfezionamenti tecnico-economici per la pubblica illuminazione di Torino (1789);

— fonti alternative a quelle d'importazione per tinture tessili (1789);

— rimedi contro il degrado delle botti per il vino (1801);

— rimboschimento delle zone piemontesi di montagna (1801);

— ricerca di combustibili alternativi alla legna (1817);

— perfezionamenti meccanici e chimici per l'agricoltura (1829);

— opere divulgative per l'istruzione delle masse, di fisica, astronomia, meccanica e chimica (1848);

— fonti piemontesi di energia idraulica per l'industria (1856);

— studio geologico sulle solfatare siciliane (1865).

Quest'ultimo tema di concorso segnala l'avvenuta unità d'Italia. I premi posteriori, ben più prestigiosi, potranno valersi di cospicui lasciti di benefattori; primo fra tutti il lascito Bressa, immortalato nella lapide sulla parete laterale di questo salone accademico. Ma saranno premi riservati a grandi ed affermati scienziati — cito Darwin, Pasteur, Hertz fra i primi stranieri più noti — invece che a benemeriti tecnici capaci di collaborare alla soluzione di immediati problemi socio-tecnici come quelli che ho citato per l'epoca in cui il piccolo Piemonte utilizzava la consulenza della sua piccola Accademia.

Altri validi contributi collettivi dell'Accademia si concretizzano nei servizi Metrologico, Geodetico e Meteorologico, che saranno via via trasferiti ad altre istituzioni dopo l'unità d'Italia.

Salvatisi attraverso due tormentati secoli, appartengono tuttora al patrimonio accademico i preziosi campioni di lunghezza e di peso nel 1798.

Per le lunghezze si tratta del Piede-Liprando-del-Piemonte e del Tre-Piedi-Francese, quest'ultimo racchiuso in una custodia graduata in due piedi liprandi.

Per i pesi si tratta invece dei campioni della libbra-piemontese e dell'oncia-piemontese.

Descrive questi campioni il socio Antonio Maria Vassalli Eandi nel suo « Saggio del sistema metrico della Repubblica Francese, col rapporto delle sue misure a quelle piemontesi » pubblicato dal Pomba nel 1802, dopo presentazione nella seduta accademica del 1° Ventoso dell'Anno IX.

Vi si legge: « il piede liprando e la libbra del Piemonte sono opere del macchinista Gian Pietro Matthey, Ispettore Generale dei Pesi e delle Misure, d'ordine dell'Accademia delle Scienze che fece eseguire un doppio di questi campioni per essere l'uno spedito a Parigi, ove lo presentai all'Istituto Nazionale di Scienze, Lettere e Belle Arti; l'altro conservato presso l'Accademia, ove esiste tuttora ».

Recenti accuratissime misurazioni eseguite a Torino presso l'Istituto di Metrologia Gustavo Colonnetti del Consiglio Nazionale delle Ricerche hanno evidenziato l'estrema precisione delle misure eseguite allora, quando si avviava la lenta introduzione in Europa del sistema metrico francese.

In piena rivoluzione francese, in esecuzione di una delibera della Assemblea Costituente dell'89, era stata eseguita la grandiosa ed accurata misurazione dell'arco di meridiano fra Barcellona e Dunquerke, per derivarne il metro-campione come quarantamilionesima parte del meridiano terrestre.

La stessa operazione, sull'arco di meridiano poco a est di Torino, ma circa dieci volte più corto, fra Andrate e Mondovì, era stata eseguita dal padre Giovan Battista Beccaria nel triennio 1758-1760 « avec des instruments qu'il a composés et fait exécuter sous ses yeux, aux frais du Roi » come ci racconta il socio de Lalande nel suo « Voyage en Italie » del 1787, che cita quel gradus-taurinensis immortalato sulla base del piccolo obelisco nella rotonda di piazza Statuto.

Il Beccaria morì nel 1781, due anni prima della nascita dell'Accademia. I suoi giovani allievi Cigna e Lagrange, nel loro avanprogetto di futura Accademia, redatto col Saluzzo del 1760, avevano suggerito al Re la nomina del Beccaria fra i « sujets dont la nouvelle Académie tireroit du relief s'ils y étoit agrégés ».

Il socio Francesco Saverio De Zach dedicherà poi una lunga memoria, letta all'Accademia nel 1810, alla straordinaria misurazione conclusa dal Beccaria cinquant'anni prima.

Quando le esigenze tecniche di cartografi e navigatori convergono con le necessità scientifiche di meglio conoscere la forma del geoide terrestre, emerge la necessità di integrare le misure sui meridiani con analoghe misurazioni sui paralleli; ancora per iniziativa francese si decide di eseguire una misura a circa metà dell'arco di meridiano ormai noto tra Barcellona e Dunkerque, cioè sul 45° parallelo che corre immediatamente a sud di Torino.

Fu un'impresa internazionale del periodo 1820-1825 gestita dagli austriaci nel tratto dall'Istria fino ad est di Torino e dai francesi nel tratto dalla Savoia fino all'Atlantico.

Con il patrocinio della nostra Accademia, che metteva a disposizione il suo Osservatorio, la triangolazione del segmento tra Torino e la Savoia fu eseguita da ufficiali topografi diretti dal socio Giovanni Plana, che dal 1851 sarà poi presidente perpetuo dell'Accademia.

Per la triangolazione furono allora costruiti grossi e robusti ometti trigonometrici, di cui qualcuno sopravvive tuttora, su selezionate cime di monti delle valli di Susa e del Chisone e furono realizzati appositi ed accurati pendoli astronomici da leggere simultaneamente al segnale di un lampo acceso su un'alta vetta; uno dei pendoli fu installato nell'Osservatorio dell'Accademia

che allora il Plana trasferì dalla Specola costruita sul tetto di questo palazzo alla torre Nord di Palazzo Madama.

Lo stesso Osservatorio dell'Accademia, già attrezzato per rilievi astronomici, era stato progressivamente dotato degli accurati strumenti occorrenti ad una vera e propria stazione meteorologica; al perfezionamento continuo degli strumenti, fino alla registrazione automatica continua, come pure alla raccolta sistematica dei dati, si dedicarono per quasi un secolo i soci Vassalli Eandi, già citato, e, successivamente, Gilberto Govi e Alessandro Dorna.

Già nel 1819 compare la prima sintesi di un sessantennio di rilevamenti, presentata all'Accademia dal Vassalli Eandi, dopo molti contributi parziali: « La meteorologia torinese, ossia risultamenti delle osservazioni fatte dal 1757 al 1817 ».

Un ulteriore servizio tecnico svolse l'Accademia nella prima metà dell'Ottocento, con l'esclusiva dell'esame e della concessione di brevetti, allora chiamati « privative industriali ». Tutta la regolamentazione è dettagliatamente descritta nel volume celebrativo del Primo Centenario. Ben 130 brevetti furono concessi su positivo parere dell'Accademia fra il 1812 e 1855 sui più svariati ritrovati; i relativi incartamenti sono conservati presso l'Archivio di Stato di Torino.

Nel 1826 Carlo Felice deve però rendere più severe le regole di concessione, avendo constatato che fra i beneficiari di brevetti ce ne sono alcuni che « od affatto tralasciano, od indugiano soverchiamente a porre in opera le macchine, ed a dare attività alle fabbriche per cui ottennero il privilegio; e che per conseguenza cessa di tornare a profitto dell'industria la protezione ed il favore che trovano presso di noi gli autori di nuove ed utili scoperte ».

Le Regie Patenti del 28 febbraio 1826 traducono questa insoddisfazione in una severa regola manageriale che coinvolge ancora la nostra Accademia. I concessionari di brevetti dovranno dimostrare di « tenere attivo quel particolare ramo di industria per cui hanno ottenuto il privilegio e di avere inoltre presentato all'Accademia Nostra delle Scienze di Torino un saggio dei lavori fatti nell'anno precedente... ».

Tutte le citate benemerenze tecniche e collettive dell'Accademia, insieme alle benemerenze scientifiche individuali dei singoli soci, otterranno un riconoscimento ufficiale nello Statuto Albertino: all'articolo 33 si decreta che saranno Senatori a vita i membri della Regia Accademia delle Scienze, dopo sette anni di nomina.

Dopo i concorsi a premi, i servizi metrologico, geodetico e meteorologico e l'esclusiva sui brevetti, una ben più impegnativa occasione di coinvolgimento tecnico dell'Accademia, su un grandioso problema di pubblica utilità internazionale, viene offerta dal traforo del Frejus. È la prima opera del genere al mondo, fermamente sostenuta e promossa da Cavour nella sua moderna e civile visuale europea.

La fattibilità geologica dell'opera era stata accertata grazie agli studi ed ai rilievi sistematicamente svolti fin dal 1834 dal socio Angelo Sismonda; nel 1849 egli riferiva le sue positive conclusioni al Ministro dei Lavori Pubblici Pietro Paleocapa, futuro accademico nel 1867; col Paleocapa collaborava una commissione in cui spiccano i nostri accademici: Federigo Menabrea, Carlo Mosca e Giovanni Cavalli.

Accertata la fattibilità geologica si trattava di stabilire la problematica fattibilità meccanica del traforo; l'Accademia fornisce la consulenza ufficiale dei suoi soci: Federigo Menabrea, Carlo Ignazio Giulio e Quintino Sella.

In collaborazione con i Lavori Pubblici e le Ferrovie essi procedono al collaudo dal vero, in un apposito cantiere sperimentale presso Sampierdarena, della perforatrice ideata dall'ingegner Germano Sommeiller.

Il collaudo si conclude bene e in fretta nell'aprile 1857; dopo soli quattro mesi, il 15 agosto, il Parlamento Piemontese approva la legge che autorizza i lavori sia del traforo sia dei relativi tronchi di raccordo ferroviario.

A tutte le difficoltà tecniche ed organizzative di un'impresa che non può valersi né di strumenti né di metodi impiegati in analoghe opere precedenti, si sovrappongono tutte le difficoltà politiche del tormentato periodo storico che va dal 1857 al 1871; prima fra tutte la cessione della Savoia alla Francia col nuovo confine che, nel 1859, dopo Villafranca, viene a tagliare a metà il traforo.

Con straordinaria preveggenza il Menabrea si era recato a Parigi l'anno prima per pubblicare sui *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* una nota « Sur le percement des Alpes entre Bardonnèche et Modane ».

Nell'occasione aveva saputo stimolare la solidarietà di Jean Victor Poncelet, nostro socio straniero fin dal 1850; ottennero poi insieme, da Napoleone III, la indispensabile contribuzione finanziaria francese al traforo.

Nel 1860 Sommeiller, coadiuvato dagli ingegneri Grandis e Grattoni, perfeziona radicalmente le perforatrici ad aria compressa ed i relativi impianti di alimentazione; il ritmo della perforazione, che all'inizio era stato penosamente lento arriva a superare il chilometro all'anno. Bellissimi esemplari delle vecchie e nuove perforatrici sono conservati presso l'Istituto di Arte Mineraria del Politecnico di Torino. Senza l'ausilio di analoghe opere precedenti, il *know-how*, diremmo oggi, di questa grandiosa opera geotecnica nasce e cresce insieme all'avanzamento; mai fu più vero che si impara a far le cose soltanto facendole.

Le guerre, l'unità d'Italia, il trasferimento della capitale a Firenze e poi a Roma non rallentano l'opera, che sarà portata a termine in tredici anni invece dei venticinque previsti inizialmente.

Germano Sommeiller viene nominato socio della nostra Accademia, forse con troppa tardiva prudenza, nella seduta del 25 giugno 1871, cioè sei mesi dopo il Natale del '70 quando era caduto l'ultimo diaframma roccioso fra

Italia e Francia, e tre mesi prima della traversata ferroviaria inaugurale del 16 settembre 1871.

Sommeiller, che aveva ancora visto la fine del traforo non poteva però partecipare al viaggio inaugurale; moriva a 56 anni il giorno 11 luglio 1871: fu quindi socio dell'Accademia per soli quindici giorni.

Durante il corso dei lavori Sommeiller aveva redatto lucide relazioni tecniche, corredate di accurati disegni, per il Ministero dei Lavori Pubblici e per le Ferrovie dello Stato; all'Accademia aveva inoltrato un unico breve e denso rapporto in data 13 luglio 1865 quando cioè era circa a metà dell'opera; il rapporto era indirizzato al Conte Federigo Sclopis, già presidente perpetuo dell'Accademia dal 1864, e terminava fiduciosamente così: « se ... codesta Accademia avesse dei metodi speciali a suggerirci, od anche speciali osservazioni che credesse si avessero a fare, il sottoscritto prega codesta onorevole Presidenza a volergliele indicare, mentre l'assicura che verranno prese nella massima considerazione, e il più tosto possibile mandate ad effetto ».

Sei anni dopo lo stesso presidente Sclopis, nella seduta accademica del 19 novembre 1871 deve annunciare che: « Sommeiller si estingue nel momento che il traforo si apre a servizio pubblico; Cavour trapassava appena proclamato il Regno d'Italia ».

In questa commossa sintesi Sclopis accomuna chi, con estrema tenacia tecnica, aveva realizzato l'opera a chi, con estrema determinazione politica, l'aveva voluta.

Già nel 1858 il Ministero dei Lavori Pubblici aveva espressamente invitato l'Accademia ad elaborare « osservazioni ed esperienze fisiche da farsi nel corso dei lavori » del traforo.

Il piano di attività fu redatto dai soci Giuseppe Domenico Botto, Angelo Sismonda, Eugenio Sismonda, Federigo Menabrea e Raffaele Piria. Sulle esperienze, soprattutto relative alle preoccupanti temperature dell'aria e della roccia, riferisce il socio Angelo Sismonda in una nota accademica conclusiva del 1870; su ulteriori esperienze già condotte o da preventivare sul traforo ultimato riferisce il padre Francesco Denza in una nota accademica del 1871, mentre il socio Alessandro Dorna riferisce, in una nota accademica del 1873, sulle sue misurazioni topografiche relative a quote e pendenze della strada ferrata delle Alpi.

Il traforo del Frejus era iniziato come ambiziosa grande opera del solo piccolo Regno piemontese, che aveva potuto avvalersi della consulenza della propria Accademia, insediata nel cuore della capitale. Il traforo era terminato quando l'unità d'Italia, con capitale a Roma, era un fatto compiuto.

L'Accademia delle Scienze di Torino diventava una delle tante accademie del Regno unito, molto distante dalla nuova capitale; si chiudeva perciò l'epo-

ca, durata meno di un secolo, in cui l'Accademia era stata il massimo organo consultivo tecnico-scientifico del governo centrale piemontese.

Quando il traforo del Frejus è terminato Torino dispone già, da circa un decennio, di due nuovi istituti tecnico-scientifici di livello nazionale, ormai necessari per fronteggiare le moderne esigenze della didattica tecnica e dell'economia industriale.

La legge Casati del 1859 aveva istituito a Torino la Regia Scuola di Applicazione per Ingegneri con il compito statutario di preparare i futuri ingegneri civili con adeguati corsi specifici, successivi a quelli obbligatori e propedeutici impartiti presso la Facoltà di Scienze Fisiche e Matematiche dell'Università; la Regia Scuola dipende dal Ministero dell'Istruzione Pubblica e ha sede nel Castello del Valentino.

Una successiva apposita legge del 1862 aveva istituito a Torino il Regio Museo Industriale, unico in Italia, con il duplice compito statutario di curare le collezioni di macchinari italiani e stranieri e preparare i futuri ingegneri industriali, con forte impegno di attività tecnica e senza propedeutico scientifico universitario; il Regio Museo, dipendente dal Ministero dell'Agricoltura, Industria e Commercio, aveva sede nell'attuale Piazzale Valdo Fusi, in edifici rasi al suolo dai bombardamenti della fine del 1942.

Un vitale obiettivo accomuna le due istituzioni: evitare migrazioni all'estero, come sempre era avvenuto in precedenza, per chi intendeva diventare ingegnere. Lo aveva lamentato Quintino Sella, che fu studente universitario a Parigi e a Vienna, segnalando che « decine di giovani erano inviati, anche a spese del governo, alle prestigiose scuole francesi e tedesche ». Rapporti validi e fecondi si stabiliscono immediatamente fra le tre istituzioni concittadine; la Regia Scuola e il Regio Museo da un lato e la nostra Accademia dall'altro.

Nella Regia Scuola sono soci dell'Accademia i Direttori: Prospero Richelmy (1860-1880), Giacinto Berruti (1881-1882), Giovanni Curioni (1882-1887), Alfonso Cossa (1887-1902), Giampietro Chironi (1905-1906).

La Regia Scuola riserva espressamente nella propria direzione due posti dal 1860 al 1885 e poi un posto dal 1885 al 1906, a membri nominati dall'Accademia che sono: Federigo Menabrea (1860-1872), Quintino Sella (1860-1884), Alessandro Dorna (1872-1885), Alfonso Cossa (1884-1887), Galileo Ferraris (1887-1893), Enrico D'Ovidio (1893-1906).

Per circa un decennio anche il posto che la Regia Scuola riserva al Ministero della Guerra è ricoperto dal socio Francesco Siacci (1882-1893). Nel Regio Museo sono soci dell'Accademia i Direttori Giovanni Codazza (1869-1877) e Giacinto Berruti (1881-1897) ed i Presidenti Domenico Berti (1887-1896) e Paolo Boselli (1903-1906) mentre il posto che la Direzione del Regio Museo riserva all'Accademia sarà attribuito per circa un decennio a Quintino Sella (1869-1880).

Conviene subito ricordare che i citati soci Cossa, D'Ovidio e Boselli saranno poi, nello stesso ordine, presidenti dell'Accademia delle Scienze nel periodo 1901-1916.

La fitta e attiva rete di partecipazioni incrociate fra le tre istituzioni torinesi crea le occasioni per un duplice arricchimento reciproco. Da un lato saranno ormai i migliori fra i docenti, e poi fra gli ex-allievi, delle due Scuole a fornire soci eminenti all'Accademia nel settore delle scienze tecniche.

Dall'altro lato spetteranno naturalmente all'Accademia tutti i compiti di arbitrato nei conflitti che non di rado emergono tra le due Scuole torinesi, talvolta in situazione concorrenziale. Tocca al Presidente dell'Accademia Federigo Sclopis presiedere la Commissione del 1874 incaricata di armonizzare e razionalizzare il riparto dei compiti tra le due Scuole, valorizzandone le rispettive risorse a beneficio di entrambe e superando le difficoltà organizzative derivanti dai differenti ministeri di appartenenza.

Lo Sclopis chiedeva « un'attuazione stabile e sicura, anche a costo di qualche sacrificio pecuniario ». A proposito di pecunie, emergeva nel corso dei lavori che « in fatto di istruzione pubblica noi non spendiamo poco in Italia, come del continuo si va ripetendo, ma spendiamo male ». L'attività della Commissione Sclopis non è in realtà che l'inizio di un lungo lavorìo istruttorio che dovrà necessariamente sfociare nell'unificazione della Regia Scuola e del Regio Museo. Un breve tentativo, di puro vertice e senza seguito, traspare dal precedente elenco dei Direttori; nell'anno accademico 1881-1882 il socio Berruti è direttore unico delle due istituzioni.

Ma la vera spinta unificatrice definitiva si attuerà soltanto all'inizio del Novecento, per la tenace opera del socio Paolo Boselli: egli vede maturi i tempi per la confluenza definitiva del Regio Museo e della Regia Scuola in un moderno Politecnico, modellato sui migliori esempi stranieri.

Alla fine del 1903 Giolitti, Presidente del Consiglio, affida ad una Commissione Reale di soli tre membri l'istruttoria per l'unificazione; dei tre membri due sono nostri autorevolissimi soci: Stanislao Cannizzaro, che presiederà la Commissione, e Vito Volterra.

Il mandato conferito da Giolitti alla Commissione configura il futuro Politecnico come « grande istituto di cultura tecnica superiore, non limitato alla sola istruzione per il conseguimento della laurea in ingegneria, ma estesa anche a corsi di perfezionamento teorici e pratici a seconda dei sempre nuovi bisogni dell'industria e rivolto all'incremento dell'industria stessa e dell'economia nazionale ».

Decisivo fu l'apporto europeistico del socio Vito Volterra, che visitò le scuole di ingegneria di Zurigo, Charlottemburg, Chemnitz e Milano, sapendone valutare pregi e difetti; la sua straordinaria relazione finale rileva anzitutto come le attuali scuole italiane risultino: « eccessivamente teoriche e per contro

deficienti dal lato dell'insegnamento sperimentale meccanico »; per concludere con la necessità « di assecondare la tendenza di accorciare, anziché prolungare, la durata degli studi, sia per ragioni economiche, sia per ragioni educative, giacché i giovani guadagnerebbero intellettualmente e moralmente nel presto abbandonare la vita di studente per entrare nella vita pratica ».

Nel 1906 il Regio Museo, con il suo prezioso patrimonio tecnico, e la Regia Scuola, con il suo altrettanto prezioso patrimonio scientifico, sono finalmente unificati nel nuovo Politecnico di Torino: un'istituzione ormai adeguata alle molteplici esigenze dell'ingegneria moderna.

L'Accademia delle Scienze ha mobilitato le sue energie migliori in questa lunga e grandiosa operazione che, con validità nazionale ed internazionale, si è tutta svolta nella città di Torino, ormai rimessasi in moto sulla via di quella rapida e sicura industrializzazione che chiude la lunga crisi socio-economica cittadina susseguente al trasferimento della capitale.

Tutti i futuri Direttori, poi Rettori dopo il 1956, del Politecnico di Torino, saranno già soci dell'Accademia delle Scienze (salvo che per il solo anno accademico 1932-1933); viceversa sarà poi il Politecnico a fornire insigni Presidenti dell'Accademia come Modesto Panetti (1938-1941 e 1955-1957), Eligio Perucca (1957-1961) e Carlo Ferrari (1967-1970).

Questi grandi nomi ci portano subito al periodo dell'ultima guerra e successivo dopoguerra; è soltanto in questa epoca che ritroviamo, dopo il primo Novecento e sempre nel solo settore delle scienze tecniche, gli ultimi contributi dell'Accademia sul piano dell'attività collettiva, mai essendosi beninteso interrotti i validissimi contributi degli accademici sul piano dell'attività scientifica individuale.

Traspare evidente l'ombra del tempo dell'ultima guerra nei due convegni promossi dall'Accademia durante la prima presidenza Panetti su specifici temi delle scienze tecniche prioritarie a quell'epoca: « I combustibili nazionali e il loro impiego (6-8 maggio 1939) » e « Sistemi di propulsione per la navigazione aerea e marittima (25-26 settembre 1941) ».

Ben più della prima, la seconda guerra mondiale forza la marcia materiale del progresso scientifico e tecnico; durante e dopo la guerra, sia fra i vincitori che fra i vinti, è diventato più che mai condizionante l'intervento del potere politico non solo sullo sviluppo tecnico industriale, ma anche sulla ricerca scientifica pura; profonde inquietudini umane e sociali si manifestano in tutto il mondo.

Ne è lucidamente consapevole la nostra Accademia quando, durante la Presidenza Ferrari ed a Classi riunite, fa propria la generosa iniziativa del socio Gustavo Colonnetti ed organizza, il 13-14 giugno 1967, il Convegno internazionale sui « Problemi della Responsabilità degli Scienziati e dei Tecnici nel mondo moderno ». Così l'Accademia dimostra filosofica consapevolez-

za sui temi più attuali e problematici, specifici del settore delle scienze applicate, sulla ormai triplice confluenza fra tecnica e scienza e potere.

Per celebrare il Centenario del Frejus la nostra Accademia, durante la Presidenza Guzzo ed ancora a Classi riunite, organizza il 7-11 settembre 1970, il Convegno internazionale su « Problemi attuali connessi con lo sviluppo tecnologico ed economico del Piemonte e regioni limitrofe ».

Il tema stesso e tutti gli interventi, più che sulle glorie passate, sono orientati, con ragionato e realistico ottimismo, sulle future aperture europee: commerciali, industriali e culturali della nascente Regione Piemonte.

Si celebrava nel 1970 il primo Centenario di una riuscita collaborazione fra politici, tecnici ed accademici piemontesi.

Nel secondo Centenario dell'Accademia delle Scienze di Torino, con il Politecnico e l'Università in pieno processo di riforma innovativa e la Regione Piemonte ormai affermata e funzionante, si possono realisticamente auspicare nuove e riuscite collaborazioni.

CENNI BIBLIOGRAFICI

- *Memorie ed Atti dell'Accademia delle Scienze di Torino.*
- *Il Primo Secolo dell'Accademia delle Scienze di Torino (1783-1883)*, Paravia, 1883, Torino.
- G. B. Biadego, *I grandi trafori alpini*, Hoepli, 1906, Milano.
- *Annuari della R. Scuola di Applicazione per Ingegneri*, del R. Museo Industriale Italiano, del Politecnico di Torino.
- Alessandra Ferraresi, Le *vicende del Museo Industriale Italiano di Torino (1860-1880)*, Deputazione Subalpina di Storia Patria; Boll. Stor. Bibl. Subalpino, anno LXXVII - 1979, Secondo semestre, Palazzo Carignano, Torino.
- G. M. Pugno, *Storia del Politecnico di Torino*, Comitato per le celebrazioni del Centenario del Politecnico di Torino, 1959.

Antonio Carrer

L'ELETTROTECNICA NEL BICENTENARIO DELL'ACCADEMIA DELLE SCIENZE DI TORINO

L'Elettrotecnica si può definire l'arte di dominare e guidare i fenomeni elettrici e di utilizzarli, nelle forme più varie, a beneficio della civiltà umana.

La definizione vale, in particolare, da quando si è pervenuti a fissare le linee principali dell'attività industriale elettrotecnica moderna.

In precedenza le esperienze elettriche, risalenti alle prime antiche nozioni del potere attrattivo dell'ambra, avevano formato oggetto di pura curiosità, ma nel seguito esse appassionarono vivamente molti che fino ad allora erano rimasti estranei alle scienze sperimentali, od almeno alla fisica.

Ne seguì un continuo prodursi di ricerche che però si riducevano quasi sempre alla sola osservazione di fatti isolati, senza che si facessero dei tentativi di coordinamento dei fenomeni rilevati e di ricerca delle loro autentiche cause.

Fu dopo la scoperta della pila, avvenuta nel 1800, che i fisici videro la possibilità di trarne partito per risultati di interesse pratico e si adoperarono con ogni sforzo a tale intento.

Nello stesso tempo si sviluppava l'attività dell'Accademia che, fondata come privata Società Scientifica nel 1757, dal Conte Giuseppe Angelo Saluzzo di Menusiglio, Luigi De La Grange e Giovanni Cigna, diventava nel 1759 Società Reale di Torino ed infine il 25 luglio 1783 Accademia Reale delle Scienze di Torino (attualmente Accademia delle Scienze di Torino).

Fra i primi accademici figurano i nomi di Beniamino Franklin, nominato Socio nel 1783 e di Alessandro Volta, nominato Socio nel 1794 ed è da essi che si può partire per considerare un collegamento fra l'Accademia e gli studiosi di fenomeni aventi come oggetto l'elettricità.

In quel che segue verranno ricordati, fondamentalmente, studiosi Soci che sono stati cultori eminenti di problemi inerenti a fenomeni elettrici, anche di qualche non Socio, per opportunità di collegamento espositivo e di Soci che hanno svolto attività didattica, di riordino e di inquadramento dei risultati ottenuti con l'evolversi delle nuove tecniche, nel campo elettrico. Beniamino Franklin (17 gennaio 1706 - 17 aprile 1790, S. l. p. 25 luglio 1783), fu soprattutto uomo politico. Utilizzò le sue doti geniali di intuizione e di osserva-

zione che lo portarono alla scoperta del potere delle punte e, per mezzo dei risultati degli esperimenti sul cervo volante, all'invenzione del parafulmine. Diresse, al Collison della Società Reale di Londra, delle lettere, che furono tradotte in quasi tutte le lingue europee, nelle quali oltre alla narrazione delle esperienze che lo condussero all'invenzione del parafulmine esponeva la teoria unitaria del fluido elettrico, che fu poi adottata e sempre professata da Volta.

Alessandro Volta (18 febbraio 1745 - 5 marzo 1827, S.F. 23 febbraio 1794), divenne celebre, soprattutto, per l'invenzione della « pila ».

Subì il fascino dei fenomeni tanto svariati e meravigliosi che sono dovuti all'elettricità e ne fece, in modo prevalente, l'oggetto delle sue ricerche, anche di quelle che non hanno diretta relazione con la pila.

Inventò l'« elettroforo », che sotto il minimo volume offre una inesauribile vena di fluido elettrico in qualunque stato dell'atmosfera; la pistola ad aria infiammabile denominata « pistola di Volta », l'« eudiometro » apparecchio chimico analizzatore utile a riconoscere la salubrità dell'aria; il « condensatore » che riceve, accumula e condensa in sé e poi rende sensibile l'elettricità più debole che vi sia.

Scoprì l'errore della teoria di Galvani dichiarando di « non esservi elettricità animale, ma elettricità metallica ».

Costruì in Como nel gennaio 1800 il primo apparecchio detto la « Pila ».

Compilò la sua Memoria sulla formazione della grandine.

Volta ricevette ininterrottamente tributo di onori e raggiunse una fulgidissima gloria che seppe circondare con lo splendore della sua modestia; si spense cristianamente il 5 marzo 1827. Da M. van Marum fu chiamato « Electricorum Princeps ».

Arago Jean François Dominique (27 febbraio 1786 ÷ ottobre 1853, S.F. 20 gennaio 1833). Seguì gli studi Örsted sull'elettromagnetismo, e nel 1820 stabilì il manifestarsi di un'azione fra un filo metallico qualunque percorso da corrente e la limatura di ferro e ne concluse che un filo metallico, anche non di ferro, percorso da corrente può considerarsi una calamita.

Oltre a questo importante fenomeno elettrotecnico scoprì, nel 1811, la polarizzazione cromatica della luce e, con Fresnel, nel 1817 la polarizzazione rotatoria e nel 1819 la celebre legge sull'interferenza della luce polarizzata. Diede una celebre classificazione delle scariche atmosferiche e compì studi importanti di fotometria, meteorologia, acustica e magnetismo. Era ottimo conferenziere.

Nobili Lepoldo (1784 ÷ 5 agosto 1835, C.F. 11 gennaio 1829), ha il suo nome particolarmente legato all'invenzione, fatta nel 1825, di un ingegnoso dispositivo detto « astatico », ancora oggi in uso, col quale l'ago dei galvonometri a magnete mobile viene sottratto all'azione del campo magnetico terrestre. Da detto dispositivo trasse notevole vantaggio l'industria delle misure elettri-

che. Costruì il primo modello di motore elettrico, rimasto dimenticato, ma il cui originale è conservato nel museo di Storia della Scienza di Firenze.

Wheatstone Charles (1802 ÷ 19 ottobre 1875, C.F. 5 gennaio 1845) al cui nome va associato quello di Steinheil Karl August, realizzarono dei telegrafi elettromagnetici e nel 1838 Steinheil mostrò la possibilità di usare la terra come conduttore di ritorno.

Prima di loro fra il 1820 e il 1830 furono ideati, da diversi inventori, i primi apparecchi di telegrafia elettrica che però non entrarono in uso per la mancanza di generatori elettrici sufficientemente permanenti. Fu Daniell John Frederic che nel 1836 inventò la pila « Daniell » che fu il primo generatore adatto per le applicazioni. La pila fu utilizzata da Morse Samuele, nel 1837, per far funzionare e conoscere il suo telegrafo elettromagnetico già concepito nel 1832.

Un telegrafo elettrico di sistema Wheatstone entrò in funzione con sei fili su due chilometri di linea della Great Western Railway presso Londra. Fu la prima realizzazione elettrotecnica nel mondo.

Nel 1844 sulla linea Baltimora-Washington fu fatta la prima applicazione del telegrafo scrivente di Morse, avendone riconosciuta la superiorità.

La prima Società per la costruzione di telegrafi, *The Electric Telegraph Co.* si costituì nel 1845. Seguirono le applicazioni che si moltiplicarono in tutto il mondo.

In Italia, nel 1846, sotto gli auspici del fisico Matteucci Carlo (21 giugno 1811 ÷ 25 giugno 1868, C.F. 1° giugno 1834, N.F. 6 gennaio 1861) di Forlì fu inaugurata la linea Pisa - Livorno seguita poi da altre.

La telegrafia portò alla prima industria elettrotecnica, impegnando molto capitale prima che qualunque altra applicazione dell'elettricità divenisse industriale.

Gli effetti luminosi della corrente scoperti nel 1801 da Humphry Davy, che per primo ottenne l'arco voltaico, poterono essere sperimentati solo dopo l'invenzione delle pile a depolarizzante nitrico, nel 1839, da parte di Grove William Robert (14 luglio 1811 ÷ 1896, C.F. 13 dicembre 1846) causa l'insufficienza della pila Daniell.

Le pile Grove furono perfezionate da Bunsen Robert Wilhelm (31 marzo 1811 ÷ 16 agosto 1899, C.F. 4 febbraio 1849, S.F. 13 febbraio 1898), ma il costo dell'energia da essa fornita non ne permise l'applicazione industriale.

Sotto gli auspici di Jacobi Moritz Hermann (21 settembre 1801 ÷ 10 marzo 1874, C.F. 24 gennaio 1841) e di Th. Spencer veniva messa in uso la galvanoplastica e ne furono dati i primi saggi nel 1837 usando batterie di pile Daniell e consimili.

L'avvenire delle più grandi industrie veniva preparato dall'evoluzione teorica e pratica delle misure elettriche. Sono da ricordare, fra i ritrovati, la

bussola dei seni e delle tangenti del francese C. S. M. Pouillet e il galvanometro a bobina mobile di J. A. D'Arsonval. Importanti furono i progressi teorici conseguiti coi lavori di Gauss Karl Friedrich (30 aprile 1777 ÷ 23 febbraio 1855, S. F. 20 gennaio 1833), di Weber Eduard Wilhelm (24 ottobre 1804 ÷ 23 giugno 1891, C. F. 26 giugno 1828) e di Kelvin William Thomson (26 giugno 1824 ÷ 17 dicembre 1907, C. F. 2 gennaio 1881, S. F. 31 dicembre 1882).

Gli impianti telegrafici ebbero uno sviluppo particolare con l'avvento dei cavi sottomarini, il primo dei quali fu posato nel 1851 fra Dover e Calais. Altri lo furono nel Mar Nero, nel Mediterraneo e nell'Atlantico, per uno sviluppo di 4000 km, che un gruppo di capitalisti inglesi, con la consulenza di sir W. Thomson, fece posare nel 1866 fra l'Irlanda (Valentia) e l'America settentrionale (Terranova). In quest'ultimo si dovettero superare delle difficoltà di funzionamento con lo studio matematico degli effetti di capacità e con l'applicazione del « Syphon-Recorder », galvanometro scrivente derivato da quello del D'Arsonval.

Il costo molto elevato dei cavi sottomarini rese l'industria elettrotecnica ad essi relativa di un'importanza commerciale molto elevata.

Quasi affiancata all'industria delle comunicazioni elettriche, che come si è esposto ebbe un grande sviluppo, crebbe quella della tecnica delle macchine produttrici dell'energia elettrica per le quali, risalendo alle origini, occorre ricordare l'opera pionieristica di Michele Faraday (22 settembre 1791 ÷ 25 agosto 1867, S. F. 26 giugno 1853) il quale nel 1821, attratto dalle esperienze di Hans Cristian Örsted, secondo le quali l'azione della corrente elettrica sull'ago magnetico mostra esservi un collegamento fra elettricità e magnetismo, si dedicò all'elettrofisica nella quale emerse con risultati fondamentali.

Come prima cosa invertì l'esperienza di Örsted e mostrò che i magneti esercitano azione meccanica su conduttori percorsi da corrente. Nel 1832 fece la scoperta delle correnti elettriche indotte che è alla base del funzionamento dei generatori dell'elettrotecnica moderna. Attraverso a queste ricerche ed altre che fece sull'elettrizzazione e magnetizzazione per influenza e sul potere dei dielettrici Faraday fu condotto alla concezione dei campi elettrici e magnetici popolati di linee di forza e tubi di flusso che si formano nello spazio ove sono situati conduttori percorsi da correnti e magneti, concezione che aprì la via alla grandiosa teoria di Maxwell. Una nuova serie di esperienze sulle proprietà del campo condusse alla relazione che sussiste fra la forza elettromotrice indotta in un conduttore e le linee magnetiche che sono tagliate nel suo movimento e che è uno dei fondamenti della scienza elettrica.

Dopo i primi modelli di Michele Faraday e di Leopoldo Nobili, il quale oltre al generatore su accennato costruì anche un generatore a induzione, si produsse una successione di macchine via via più perfezionate dovute a Pixii (1832), Saxton, Clarke, Stöher, Nollet, Siemens, Wilde.

Importante fu la scoperta del principio di autoeccitazione dovuto ai fratelli F. S. e S. A. Varley ed a Charles Wheatstone (1802 ÷ 19 ottobre 1875, C. F. 5 gennaio 1845) a Londra ed a Werner von Siemens a Berlino i quali mostrarono che una macchina, avente un elettromagnete al posto del magnete, può funzionare in autoeccitazione adoperando una frazione dell'energia ricavata dal suo indotto. L'applicazione di questo principio permise da allora in poi di ottenere macchine generatrici di maggior potenza. Per le potenze molto piccole restò però preferibile l'induttore a magnete permanente. Qualche difficoltà, limitatrice della potenza producibile, era dovuto al particolare modo di raddrizzamento della corrente, mediante interruzione del circuito elettrico. Questo ostacolo non fu superato nemmeno con altre macchine, costruite dopo.

La soluzione definitiva del problema delle macchine a corrente continua generatrici e motrici fu data da Pacinotti.

Antonio Pacinotti (17 giugno 1841 ÷ 25 maggio 1912, C. F. 17 aprile 1898), addottoratosi a Pisa in matematiche applicate nel 1861, fu, successivamente: assistente del padre professore di fisica tecnologica nello studio Pisano; aiuto dell'astronomo Giovanni Battista Donati; professore di fisica e chimica e poi di fisica all'Istituto Tecnico di Bologna; professore di fisica all'Università di Cagliari nel 1873 ed infine nel 1881 successore del padre nella cattedra di fisica tecnologica a Pisa.

L'interesse destato in lui dalle lezioni di R. Felici e la lettura del volume III del Traité d'Électricité theorique et appliquée di L. de La Rive, spinsero il giovane Pacinotti nel 1858, ad occuparsi di due grandi problemi elettrologici dell'epoca: quello della misura dell'intensità delle correnti elettriche e quello degli elettrogeneratori dinamici e dei motori a corrente continua. Per risolvere la prima questione studiò una disposizione che, riconosciuta subito da lui stesso inadatta allo scopo, gli si rilevò vantaggiosissima, con qualche adattamento, per la risoluzione della seconda.

Attuò così il suo anello sostenuto da un asse orizzontale e portante un avvolgimento continuo, ad elica torica chiusa su se stessa. Due spazzole metalliche disposte in punti diametralmente opposti immettono nell'avvolgimento, denudato all'esterno dell'anello, la corrente da misurare e questa bipartita in esso dà luogo ad un elettromagnete il cui asse di azione concorda con quello sul quale sono disposte le spazzole. Su un asse in quadratura con questo e all'esterno dell'anello, sono disposti i poli eteronimi di una calamita fissa. Se si invia nell'avvolgimento a toro una corrente, l'intero anello è soggetto all'azione di una coppia elettrodinamica che è dovuta all'interazione fra l'elettromagnete che ha per asse l'asse delle spazzole e il magnete fisso che ha l'asse di azione perpendicolare ad esso.

La genialità della disposizione sta nel fatto che la coppia elettrodinamica si produce in modo eguale, sia che l'anello si muova, sia che esso sia fermo.

Se alla coppia si fa equilibrio con un pendolo rigido con l'asse dell'anello, dall'angolo che il pendolo fa con la verticale si può valutare il momento della coppia e quindi l'intensità della corrente inviata nell'avvolgimento dell'anello.

Ma ecco la sorpresa. Se si toglie il pendolo lo strumento di misura si trasforma in motore e Pacinotti risolve la seconda questione.

La disposizione è reversibile. Facendo ruotare l'anello a forza si ha un generatore che può produrre energia elettrica da immettere in un utilizzatore collegato elettricamente con le spazzole.

Al passaggio delle successive spire dell'anello in moto sotto le spazzole corrisponde la commutazione della corrente nell'avvolgimento torico che corrisponde a sua volta ad un trasferimento ordinato dell'inversione della corrente nelle spire.

Pacinotti sperimentò il suo apparecchio come generatore il 10 gennaio 1859 e subito pensò a miglioramenti che potevano essere introdotti nel dispositivo e, fra essi: quello di sostituire l'avvolgimento continuo con una serie di rocchetti avvolti sull'anello e con interposti dei denti di ferro il che costituiva un abbozzo della dendatura che poi si è affermata nelle costruzioni, perché consente, sia di ridurre di molto il traferro e quindi la riluttanza del sistema di eccitazione dell'elettromagnete fisso, aumentandone l'efficienza, sia di trasferire la maggior parte dell'azione meccanica, che si svilupperebbe altrimenti sui conduttori, al ferro del supporto dell'avvolgimento; quello di porre un commutatore separato e calettato sul medesimo asse dell'anello e quello di sostituire la calamita fissa con un elettromagnete.

Questi miglioramenti furono realizzati dopo il ritorno dalla guerra del 1859 nel « piccolo modellino » di macchina magnetoelettrica costruito con l'aiuto del meccanico G. Poggiali prima della fine del 1860.

Pacinotti rese di pubblica ragione l'invenzione nel maggio 1865, ne « Il nuovo Cimento », con la descrizione del modellino chiamato « macchinetta », e l'indicazione della sua reversibilità e di altri vantaggi.

A Parigi la diffusione dell'invenzione avvenne per opera dello stesso Pacinotti (colà recatosi nell'agosto del 1865 in missione ministeriale per studi meteorologici) con la distribuzione da lui compiuta fra scienziati e costruttori di estratti della descrizione. E proprio Pacinotti raccontò, nel 1905 e nel 1911, con molti particolari, di aver avvicinato nell'officina Froment, sempre nel 1865, Zenobio Teofilo Gramme e di avergli insegnato e spiegato il funzionamento e i pregi della macchina ad anello. Il Gramme prese un primo brevetto nel 1869 in Francia e uno nel 1871 in Italia presentando 5 (o, 6) disposizioni 3 (o, 4) delle quali erano errate e le altre due identiche a quella ad anello di Pacinotti. Questi rivendicò per la prima volta a sé l'invenzione, contro l'usurpazione (come la chiamò W. Siemens) del Gramme nel 1871, scrivendo una lettera all'Accademia di Francia.

Proseguendo negli studi apportò varie modifiche al suo modello pervenendo alle macchine a gomitolo, a volano, a viali, e fece dei tentativi di macchine ad alta tensione.

Pacinotti ebbe, sostanzialmente, come norma della sua vita scientifica l'applicazione della fisica a vantaggio dell'uomo.

La costruzione e la diffusione industriale delle macchine a corrente continua fu iniziata da Gramme e proseguì con successo. Si moltiplicarono gli sforzi e l'ingegnosità dei costruttori che rivaleggiavano con tipi di dinamo svariatissimi e l'industria dei generatori elettrici e delle loro applicazioni per illuminazione ad arco e per galvanoplastica si andò sviluppando con rapidità.

In questo sviluppo va ricordato il contributo dato dall'americano Rowland che fondò una nuova teoria dei circuiti magnetici; teoria che il tedesco G. Kapp e i due inglesi fratelli John Hopkinson (27 luglio 1849 ÷ 27 agosto 1898, C. F. 15 maggio 1892), ed E. Hopkinson completarono fornendo dettami razionali per la progettazione delle dinamo.

Risultò dagli studi che il sistema induttore doveva avere poca riluttanza magnetica e quindi essere grosso e corto anziché sottile e lungo. I costruttori trassero profitto dalla nuova teoria stabilita su basi razionali e l'industria poté produrre macchine veramente potenti.

Negli impianti elettrici l'uso della corrente continua si affermò col sistema di alimentazione a tensione costante, tuttavia quali rivali di questo sistema si svilupparono anche quelli a corrente alternata. Anzi la corrente alternata era già stata adoperata nei primordi dell'industria precedendo la corrente continua. Probabilmente però, non sarebbe ritornata in uso se non ci fosse stata l'invenzione del trasformatore, originato quale perfezionamento evolutivo del rocchetto a induzione di Ruhmkorf già conosciuto ed usato estesamente per scopi sperimentali ed elettromedici.

Per estendere le applicazioni dei trasformatori si fecero dei perfezionamenti, in particolare facendoli a nucleo chiuso per renderli capaci di potenze notevoli, ma detti studi furono ignorati.

Furono il francese Gaulard e l'inglese Gibbs a portarne avanti lo studio e sebbene fossero guidati da idee erronee, descrissero e brevettarono nel 1882 degli apparecchi, che definirono « generatori secondari » dei quali fecero subito applicazione industriale.

Essi pensarono di disporre un numero illimitato di trasformatori coi loro avvolgimenti primari collegati in serie in un circuito a corrente alternata e di ricavare correnti elettriche dagli avvolgimenti secondari: lo stato delle conoscenze di allora poteva indurre nell'illusione che così facendo il circuito primario non si sarebbe accorto dell'energia prelevata nei secondari.

Con questo presupposto si fecero impianti dimostrativi a Londra e a Torino e un vero impianto industriale per l'illuminazione di Tivoli. Da principio

l'esiguità delle potenze impiegate e la mancanza di misure adeguate potevano far credere giustificata l'illusione, ma fu preciso merito di Galileo Ferraris (30 ottobre 1847 ÷ 7 febbraio 1897 che, eletto Socio Nazionale della Classe di Scienze Fisiche Matematiche e Naturali il 5 dicembre 1880 si distinse in modo particolare, fra gli elettrotecnici, per l'estensione e l'importanza dei suoi contributi che furono documentati nelle pubblicazioni dell'Accademia) l'aver precisato come stavano le cose e dati i più importanti dettami sulla tecnica delle misure a corrente alternata, sperimentando sui trasformatori esposti a Torino nel 1883. In particolare risultò dalle ricerche che per avere la potenza trasmessa da una corrente alternata non basta moltiplicare l'intensità della corrente per la tensione applicata, ma occorre moltiplicare ulteriormente per un coefficiente che non supera l'unità, che si chiama fattore di potenza e che nel caso delle correnti sinusoidali si dimostra essere eguale al coseno dell'angolo di fase fra le due grandezze. « Ricerche teoriche e sperimentali sul Generatore Secondario Gaulard e Gibbs » — Memoria della R. Accademia delle Scienze di Torino — 11 gennaio 1885, Tomo XXXVII, Serie II.

Naturalmente quindi la potenza resa al circuito secondario dei trasformatori veniva prelevata dal circuito primario, e con una certa perdita intermedia. Il rendimento risultava essere del 90 per cento per i primi apparecchi da 1 chilowatt, i più grandi fra quelli allora esibiti.

Nonostante che non si fosse realizzata la creazione di energia dal nulla l'impianto di Tivoli funzionò con pieno successo e i tecnici apprezzarono il vantaggio offerto dal trasformatore che è quello di poter passare senza difficoltà da un valore di tensione ad un altro.

I progressi nella realizzazione di impianti furono notevoli e fra questi fece epoca quello di Sardinia Street in Inghilterra nel quale per la prima volta fu osservato il fenomeno « Ferranti » consistente nell'esserci una possibilità di aumento della tensione o della intensità di corrente in arrivo in confronto a quello di partenza. Una trattazione teorica del Ferraris condusse alla spiegazione corretta del fenomeno.

Ottenuti questi risultati si presentava una difficoltà dovuta al fatto che mentre la macchina di Pacinotti, con la sua reversibilità dava possibilità di applicazione, sia per la generazione, sia per l'utilizzazione dell'energia a corrente continua, nel campo della corrente alternata, vi era la possibilità di generazione, mentre mancava quella dell'utilizzazione perché gli alternatori potevano funzionare da motori, ma mancava loro la possibilità di avviarsi da soli. Occorreva quindi il motore.

Il problema era nella mente del Ferraris il quale, in una sera dell'agosto 1885, lasciandosi guidare da una naturale successione di pensieri incominciò a riflettere sull'analogia dei fenomeni ottici ed elettromagnetici ed all'origine

della luce polarizzata, ellitticamente o circolarmente, per la combinazione di due semplici movimenti oscillatori dell'etere.

Ne scaturì l'idea del campo magnetico rotante prodotto per mezzo di due correnti alternative sinusoidali, circolanti in due spirali incrociate e sfasate, fra loro, di un quarto di periodo.

Il mattino del giorno seguente, con i mezzi che aveva a disposizione in laboratorio, confermò subito quanto aveva previsto teoricamente.

Le esperienze fondamentali che Galileo Ferraris eseguì nei mesi di agosto e settembre del 1885 vennero descritte nella classica nota presentata alla R. Accademia delle Scienze di Torino nell'adunanza del 18 marzo 1888 — Volume XXIII degli *Atti*, « Rotazioni elettrodinamiche prodotte per mezzo di correnti alternate ».

Una breve nota, con lo stesso titolo, apparve su l'Elettricità, Milano, Anno VII, n. 17 del 22 aprile 1888.

Il professore Riccardo Arnò, illustre discepolo del Ferraris, ebbe a dire di lui, nella commemorazione pronunciata all'Assemblea Generale dell'AEI del 7 marzo 1897, trenta giorni dopo la sua scomparsa. « Poche scoperte scaturirono così naturali come quella del campo rotante. Ad essa il Ferraris non giunse, né per caso, né per un vago intuito, ma per la grande, multiforme coltura del suo spirito, per la geniale comprensione dei fenomeni fisici e finalmente per quell'ordine particolare di idee che Egli seguì sempre in tutte le sue ricerche. A lui giovò moltissimo l'intima conoscenza dei fenomeni luminosi e il fascino grandissimo che lo trascinava a quegli studi ».

Il Ferraris che lavorava preminentemente per la scienza e non per la speculazione, pago dell'intima soddisfazione che provava per aver compiuto un'opera a favore dell'umanità non pensò allo sfruttamento del suo ritrovato che riteneva non potesse avere, così come era stato realizzato, un'importanza industriale. Però la scoperta servì a mettere in moto l'operosità degli elettricisti pratici i quali, non distratti da speculazioni di scienza pura e soprattutto muniti di mezzi che mancavano nel laboratorio di cui disponeva il Ferraris, miravano, fondamentalmente, alle applicazioni pervenendo, [illegible] grado a grado, a notevoli risultati.

Nella relazione: Sulla Elettrotecnica all'esposizione universale di Parigi del 1889, che il Ferraris presentò al Museo Industriale Italiano è già fatto cenno a diversi tipi di motori basati sul principio del campo rotante, specialmente a due di Nicola Testa e di Rankin Kennedy.

La dimostrazione concludente dell'importanza dei motori [illegible] campo rotante e della possibilità di risolvere industrialmente col loro impiego e col sussidio dei trasformatori il problema della trasmissione elettrica dell'energia a grande distanza si ebbe nel 1891 a Francoforte dove venne attuato un impianto dimostrativo di trasporto di energia da un generatore a un motore a campo

rotante progettato dell'ingegnere Dolivo-Dobrowolsky della A.E.G. di Berlino. Galileo Ferraris prese parte ai lavori della Commissione incaricata dell'esperimento che confermò la praticità del sistema di trasmissione.

A questo punto, con riferimento alla definizione di Elettrotecnica che è stata data all'inizio dell'esposizione, appare chiaro da quanto è stato esposto come lo studio dei fenomeni elettrici si sia precisato in una distinzione fra una Elettrotecnica delle correnti forti avente come oggetto la produzione il trasporto e l'utilizzazione dell'energia elettrica nell'industria, nell'illuminazione, nella trazione, nell'elettrometallurgia e nell'elettrochimica, per la quale la quantità di energia è l'elemento dominante e una Elettrotecnica delle correnti deboli, avente come oggetto la telegrafia, la telefonia, le segnalazioni elettriche, per la quale non interessa tanto il quantitativo dell'energia in gioco quanto la forma che assume la corrente trasmessa.

La seconda di queste due elettrotecniche si sviluppò per prima con applicazioni importanti; poi la prima riprese il sopravvento, ma lo perse ancora in tempo più recente.

Il problema del trasporto dell'energia elettrica a grande distanza portò alla necessità di impiego di cavi costruiti per funzionare a tensioni molto elevate e per i quali si rese necessario studiare le caratteristiche del campo elettrico presente nel loro dielettrico. Se il cavo porta un conduttore formato da un filo unico a sezione circolare il detto studio è semplice, ma se il conduttore è formato da una corda di 7, 19, 37,... fili di sezione circolare, lo studio del campo nel dielettrico si presenta molto complesso. Su richiesta dell'ingegnere Emanuele Jona della ditta Pirelli e C., il problema fu risolto dal professore Tullio-Levi Civita (29 marzo 1873 ÷ 29 dicembre 1941, C. F. 15 maggio 1910, N. F. 5 marzo 1922) utilizzando un classico procedimento di Schwarz. Il risultato dello studio apparve in una nota Lincea del 1904 e le sue particolarità in altra memoria dei Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo del 1905.

Ritornando alle macchine elettriche va ricordata un'ampia generalizzazione della macchina di Pacinotti dovuta al professore Giuseppe Pestarini (13 dicembre 1886 ÷ 14 luglio 1957, C. F. 5 maggio 1937).

Si tratta della famiglia delle macchine a corrente continua che fanno parte della classe delle metadinamo e che possono essere generatrici, motrici, trasformatrici.

La statica delle macchine fu esposta in Italia da Pestarini in uno studio metodico, raccolto in una Memoria presentata in una adunanza del 18 dicembre 1938 all'Accademia delle Scienze (serie 2ª, Tomo 69, Parte I, 1938-39) e nel quale le metadinamo che sono definite « macchine a corrente continua a collettore con un numero qualunque di spazzole per ciclo » sono presentate come un'ampia generalizzazione della dinamo. Nella memoria sono esaminati,

con riferimento al funzionamento statico, i caratteri comuni a tutte le metadinamo e quindi alcune metadinamo particolari.

Un progetto più ampio di esame generale delle metadinamo prevedeva tre parti e precisamente le trattazioni de « la statica », « la dinamica », « la combinatoria », delle metadinamo, relative, rispettivamente, al funzionamento in regime permanente, ai fenomeni transitori e alla stabilità nell'interno di un particolare funzionamento in regime permanente, al funzionamento ed alla stabilità di un gruppo di metadinamo aventi, fra loro, funzionamento interdipendente.

La prima parte apparve nel volume « Metadyne Statics » (lezioni tenute al Massachusset Institute of Technology e alla Columbia University) nel 1952 e la seconda, come opera postuma, nella Monografia n. 17, « Metadyne Dynamics », de l'Elettrotecnica del 1964. Quest'ultima, con prefazione del professore Arnaldo Maria Angelini, fu ricavata da documenti dal professore Alfredo Vallini dell'Università di Pisa.

Poco dopo lo scoppio della guerra del 1914, ingegnere capo alla Westinghouse Italiana di Vado Ligure, per la prima volta si interessò di studi che lo portarono alle metadinamo. Si chiese, se invece di perfezionare il reostato dei locomotori trifasi non sarebbe stato meglio eliminarlo e sostituirlo con una macchina a collettore nella quale venisse utilizzata la reazione di indotto. Concretò i suoi studi in un lavoro pubblicato nel 1922 su l'Elettrotecnica intitolato « Trasformatrici poliformiche ». Dette macchine, però, non furono costruite.

In seguito riprese lo studio delle macchine polimorfiche soffermandosi, particolarmente, su quelle funzionanti a corrente continua. Le metadinamo prendevano forma più concreta. L'occasione perché una macchina trovasse attuazione pratica si presentò per interessamento dell'Ingegnere Guery della Nord-Sud di Parigi che propose alla Thomson-Houston lo studio del nuovo tipo di macchina. Ne seguì la decisione di progettare una macchina di prova che, attuata, funzionò bene. Ciò avvenne mentre Pestarini, avendo portato avanti i suoi studi, aveva elaborato una teoria generale. Un suo ampio lavoro sull'argomento che fu presentato al concorso internazionale Montefiore per il 1929 a Liegi, fu considerato dal Blondel come il migliore e più importante di quegli anni e fu premiato e pubblicato con una prefazione dello stesso Blondel ampiamente elogiativa.

Delle metadinamo si interessò pure l'ingegnere Parodi della Paris-Orleans. Venne costruita una prima locomotiva di manovra che ebbe buon successo.

Messosi in contatto, il Pestarini, con la Metropolitan Wikers inglese, ex Westinghouse, vennero studiate applicazioni varie, accentuando però l'attenzione su un equipaggiamento di trazione per la Metropolitana di Londra il quale, avendo dato buon risultato, portò alla ripetizione dell'applicazione in numerosi esemplari.

Altre applicazioni delle metadinamo furono fatte alla *General Elctric* Americana come eccitatrici per equipaggiamenti di trazione Diesel-Elettrici e in Italia per apparecchi di sollevamento, e per ausiliari della Marina.

Chiamato a Torino dal Professore Vallauri per l'insegnamento di Costruzioni di Macchine Elettriche, Pestarini fu docente animatore, molto brillante.

Ritornando al campo delle comunicazioni elettriche vengono evidenti per gli studi sulle radiotrasmissioni i nomi celebri di James Clark Maxwell (19 giugno 1831 ÷ 5 dicembre 1879, non Socio), che previde teoricamente le onde elettromagnetiche, di Hertz e Righi che le rivelarono sperimentalmente e di Marconi che le applicò alla radiotelegrafia.

Heinrich Rudolph Hertz (22 febbraio 1857 ÷ 1° gennaio 1894, C. F. 3 dicembre 1893) nel 1883, a Kiel, si dedicò allo studio delle teorie elettromagnetiche di Maxwell. La mirabile previsione delle onde elettromagnetiche fatta dall'autore inglese sedici anni prima, era il risultato di una sintesi teorica che quasi tutti gli scienziati del tempo consideravano con diffidenza. Hertz, che fu uno dei pochi che arrivassero ad apprezzarne lo spirito e il fondamento, si accinse a darne la prova sperimentale. La dimostrazione che riempì di meraviglia il mondo scientifico fu da lui ottenuta nel 1887 mediante scariche oscillanti di altissima frequenza ottenute da circuiti metallici semplici, interrotti in un punto, e adoperando come rivelatori altri circuiti risonanti. Seguirono altre ricerche, per determinare la velocità e le modalità varie di propagazione delle onde, che confermarono sempre più la teoria Maxwelliana. Perfezionò pure particolari sperimentali che sono stati il primo germe da cui è nata poi la tecnica della radiotrasmissione.

Augusto Righi (27 agosto 1850 ÷ 8 giugno 1921, C. F. 28 dicembre 1884, N. F. 24 gennaio 1915) può essere considerato il più degno successore di Hertz nel dare base sperimentale alla teoria di Maxwell con ricerche che gli procurarono la fama maggiore. Egli stesso ha precisato la direzione delle dette ricerche.

« Il lato più importante del lavoro di Hertz risiede nell'analogia fra vibrazioni elettriche e vibrazioni luminose... però è facile rendersi conto della ragione per la quale poco si è progredito in questa direzione riflettendo che la minima lunghezza d'onda ottenuta da Hertz fu di circa 66 cm e che i continuatori della sua opera si arrestarono a questo valore o a valori di pochissimo minori. Ora, se con onde elettromagnetiche di tale lunghezza si volessero riprodurre, oltre che la riflessione e la rifrazione, anche gli altri fenomeni dell'ottica, si sarebbe costretti ad adoperare apparecchi di così grandi dimensioni da non essere praticamente realizzabili e ciò a causa della necessità di evitare quei fenomeni di diffrazione che negli apparecchi di dimensioni troppo piccole, nasconderebbero ogni altro fenomeno. Gli ulteriori progressi erano dunque subordinati alla possibilità di produrre onde alquanto più corte di quelle date dagli apparecchi di Hertz... ».

Risultato delle ricerche del Righi fu il suo classico oscillatore a sfere che poteva produrre onde di 10 centimetri ed anche meno. Nel 1907 condusse a termine una celebre serie di esperienze che riassunte nell'« Ottica delle oscillazioni elettriche » confermarono ulteriormente l'esattezza della teoria di Maxwell, in particolare che il piano di polarizzazione è parallelo alla direzione della forza magnetica e perpendicolare a quello della forza elettrica.

Dagli esperimenti del Righi, Guglielmo Marconi doveva trarre vitale nutrimento per le sue idee, che lo conducevano però su una via analoga, ma opposta: aumentare la lunghezza d'onda. E nel laboratorio del Righi, a Bologna, egli compié anche sue ricerche.

L'opera scientifica di Righi che fu molto estesa, è raccolta in 250 pubblicazioni e abbraccia quasi tutti i campi della fisica.

Guglielmo Marconi (25 aprile 1874 ÷ 20 luglio 1937, C.F. 24 febbraio 1918), dall'epoca dei suoi primi studi si dedicò particolarmente all'elettrotecnica e nel 1893 cominciò ad interessarsi delle oscillazioni elettriche, delle quali, si occupavano solo eminenti fisici con ricerche di laboratorio, basate su quelle compiute da Hertz in Germania. Nessuno però aveva pensato di impiegare le onde elettromagnetiche per la telegrafia senza filo.

Isolatosi nella villa paterna di Pontecchio, presso Bologna, scoprì che collegando un generatore di oscillazioni elettriche a un filo metallico isolato nell'aria (antenna) e alla terra, si otteneva un efficiente radiatore di onde elettromagnetiche e che le stesse potevano essere rivelate alla distanza di circa due chilometri da un ricevitore collegato pure a un filo metallico isolato nell'aria (antenna) e alla terra. Fu così che a Pontecchio ebbe luogo la prima trasmissione radiotelegrafica. Scoprì pure che la portata della trasmissione aumentava rapidamente con l'aumentare dell'altezza delle antenne dal suolo.

Marconi intuì l'importanza della sua scoperta, ma intuì pure la necessità di grandi mezzi finanziari per il suo sviluppo. Per questo il 2 febbraio 1896, si recò a Londra accompagnato dalla madre che gli fece ottenere la presentazione all'ingegnere William Preece, capo del Post Office di Londra, il quale gli facilitò il modo di dare una dimostrazione pubblica dell'efficienza dei suoi apparecchi. Sir Preece dichiarò, poi, in una conferenza tenuta l'11 dicembre 1896, che Marconi aveva ideato per primo un nuovo utilissimo mezzo di comunicazione fra le genti.

Dell'invenzione si occuparono i governi delle grandi Nazioni. Per quello Italiano Marconi fece degli esperimenti su una distanza di comunicazione di 18 chilometri, per quello francese, il 27 marzo 1899, attuò le prime comunicazioni radiotelegrafiche attraverso la Manica e per il governo degli Stati Uniti fece delle prove fra gli incrociatori New-York e Massachusset.

In seguito a queste esperienze pratiche sorsero nelle varie Nazioni Società collegate con la compagnia Marconi fondata in Inghilterra nel 1897. Con lo

sviluppo della concorrenza vennero registrati numerosi brevetti nuovi che furono chiesti dopo quello di Marconi, datato 2 giugno 1896, per cui la priorità dell'invenzione risultò certa.

Lo sviluppo dell'invenzione incontrò molti ostacoli: le alte montagne, la curvatura della terra, la luce solare, le interferenze fra stazioni vicine, le scariche elettriche atmosferiche ed altro. Detti ostacoli furono causa, dopo il primo entusiasmo, di scetticismo dei tecnici e di diffidenza dei finanzieri, ma Marconi con genialità e tenacia li vinse tutti, anche quelli oppostigli dagli uomini.

Le possibilità delle comunicazioni radiotelegrafiche continuarono ad aumentare accompagnate dall'invenzione del ricevitore « detector magnetico » di sua invenzione, dalla scoperta, nel 1904, delle proprietà direttive delle antenne orizzontali, dall'impiego della valvola termoionica di Fleming, dall'applicazione del trasmettitore a disco rotante a scintilla musicale e dall'invenzione del sistema detto a scintille multiple e intervalli misurati e costanti valido per le grandi distanze col quale riuscì a inviare segnali, nel 1918, dall'Inghilterra all'Australia. Nel 1916, a Genova, iniziò la costruzione dei primi apparecchi a onde corte. Nel 1923 sperimentò estesamente con le onde corte a fascio e a Londra in una conferenza nel 1924 ne previde ufficialmente l'uso per il superamento delle grandi distanze. Nel maggio 1924 riuscì a trasmettere per la prima volta la parola umana in radiofonia dall'Inghilterra all'Australia. I perfezionamenti si seguirono ininterrottamente e nel gennaio del 1933 inaugura, alla presenza di Pio XI, il primo servizio a microonde fra la Città del Vaticano e Castel Gandolfo.

Grazie al servizio radiotelegrafico furono compiuti i primi salvataggi in occasione dello scontro dei piroscafi Florida e Republic il 23 gennaio 1909 e del naufragio del Titanic il 25 aprile 1912.

Nella storia della scienza e delle sue applicazioni nessun inventore, come Marconi, si è mantenuto sempre alla testa dello sviluppo del suo ritrovato e ne ha diretto personalmente le maggiori applicazioni in tutto il mondo.

Quirino Maiorana (28 ottobre 1871 ÷ 31 luglio 1957, N.F. 10 marzo 1918) fu essenzialmente fisico e tra le applicazioni da lui realizzate sono da ricordare dispositivi di Telefonia senza filo (1903 ÷ 1904) e di telefonia a grande distanza, 500 chilometri (1907 ÷ 1911), un deviatore elettronico (prima valvola a quattro elettrodi) e un dispositivo di telefonia ottica con radiazioni ultraviolette e ultrarosse.

Fu direttore dell'Istituto Superiore dei Telegrafi e Telefoni dello Stato dal 1904 al 1914.

Vittorio Gori (1896 ÷ 2 agosto 1957, C.F. 10 gennaio 1951) fu chiamato nel 1951 a dirigere l'Istituto Superiore del Ministero delle Poste e Telecomunicazioni con l'annessa Scuola Superiore di Telegrafia e Telefonia. Contempora-

neamente fu Presidente della Fondazione Ugo Bordoni e successivamente del Centro Radioelettrico Guglielmo Marconi.

Curò lo studio e l'attuazione dei grandi impianti ad onde corte mediante i quali poté mettere in esercizio, per primo, i radio collegamenti fra l'Italia e l'America Settentrionale, l'America Meridionale e il Giappone.

Connessi a tali attuazioni sono i calcoli e i progetti delle grandi antenne direttive che costituirono contributi teorici e sperimentali di notevole rilievo.

La parte maggiore della sua attività, anche se meno appariscente, fu quella dell'insegnamento.

Connesso intimamente con l'attività dell'Accademia delle Scienze di Torino è l'insegnamento dell'Elettrotecnica nel Politecnico di Torino. Il 14 novembre 1888 fu istituita, con Regio Decreto, presso il Museo Industriale di Torino, la Scuola con laboratorio di Elettrotecnica. Dopo la morte del professore Ferraris le venne dato, in suo onore, con Regio Decreto dell'8 dicembre 1897 il titolo di Scuola con Laboratorio di Elettrotecnica Galileo Ferraris.

Nella Scuola il Corso di Elettrotecnica tenuto dal professore Ferraris venne diviso in cinque parti: Fondamenti scientifici, Produzione industriale della corrente elettrica, Applicazioni, Corso di Misure ed Esercitazioni pratiche. In un primo tempo esso venne svolto completamente dal professore Ferraris, ma in seguito Egli affidò lo svolgimento della quarta parte all'ingegnere Ettore Morelli già suo allievo. Nel 1889 all'ingegnere Morelli succedette come assistente l'ingegnere Riccardo Arnò al quale, nel 1895 si aggiunse l'ing. Lorenzo Ferraris, e nel 1896 l'ing. Alessandro Artom. Nei primi due anni la Scuola fu riservata solo agli ingegneri già laureati civili o industriali, agli ufficiali del Genio e dell'Artiglieria e agli ufficiali di Marina. A partire dall'anno accademico 1888-89 si lasciò facoltà agli allievi del 3° Corso di ingegneria industriale di scegliere fra il corso di chimica tecnologica e quello, solo orale, di Elettrotecnica, senza le misure e le applicazioni. Questa facoltà di scelta si mantenne per l'importanza che sempre cresceva dall'elettrotecnica. Ebbe molti allievi che formarono poi sostanzialmente la prima generazione degli elettrotecnici italiani.

Galileo Ferraris va ammirato per tutto ciò che fu la sua produzione scientifica, ma la maggiore attività del suo spirito la dedicò all'educazione della gioventù cui attese con amore, senza interruzione in quella Scuola di Elettrotecnica che, in pochi anni, era riuscito a fare molto apprezzare all'estero e che non volle mai abbandonare malgrado gli inviti che gli venivano da fuori e l'attrazione di altri centri di studi.

Un corso completo di Elettrotecnica, quando iniziò le lezioni, non esisteva. Si aveva un materiale scientifico vario, ma non armonico. E Ferraris riuscì in modo meraviglioso a creare il corso e perfezionarlo con continuità seguendo il progresso della scienza e sintetizzando genialmente l'ampia mole di argomen-

ti. Avrebbe poi voluto attendere ad un grande trattato di Elettrotecnica, ispirato ai concetti più avanzati della materia, riassumendo in esso tutto il suo lavoro didattico e tutti gli studi da lui compiuti, ma purtroppo dell'opera preparò solo il manoscritto del primo capitolo sulla « Teoria geometrica dei campi vettoriali come introduzione allo studio dell'elettricità, del magnetismo, ecc... ».

Con questo titolo l'esposizione della materia, con un'avvertenza del Professore Corrado Segre, è apparsa postuma in una memoria dell'Accademia Reale delle Scienze di Torino, Serie II, Tomo XLVII, 7 marzo 1897, risulta da essa come l'opera, che egli aveva maturata con un piano veramente originale sarebbe riuscita di capitale importanza, sia per la scienza, sia per la tecnica.

La Memoria che è stata tratta dal manoscritto costituisce una trattazione del calcolo vettoriale che, se può essere riferito ad altre di Maxwell, Heaviside, Joppol, ha un suo carattere di originalità, sia nel suo insieme, sia in varii particolari.

In essa i concetti da cui si parte e i metodi con cui vengono svolti sono essenzialmente geometrici, e i risultati che se ne deducono possono essere applicati, oltre che all'elettrotecnica, anche a tutte quelle parti della fisica in cui compaiono campi di grandezze vettoriali.

Valendosi in modo opportuno di quanto conteneva il manoscritto ora ricordato, di un abbozzo ad esso precedente, degli appunti che erano stati raccolti nella scuola dall'ingegnere Lorenzo Ferraris, distinto allievo del professore e del consiglio degli ingegneri F. Pescetto e G.B. Maffiotti che per molti anni operarono in dimestichezza scientifica col Ferraris, furono redatte le « Lezioni di Elettrotecnica. Fondamenti scientifici dell'Elettrotecnica » che rappresentano per quanto è stato possibile, nella sostanza e nella forma, il Corso professato negli ultimi anni da Galileo Ferraris.

La scomparsa del professore Ferraris pose per un momento in forse la continuazione della Scuola. Ma, incoraggiati dal Presidente del Museo onorevole avvocato Frola, gli ingegneri Riccardo Arnò, Lorenzo Ferraris e Alessandro Artom riuscirono ad assolvere egregiamente l'arduo compito di tenerla viva.

Nell'anno accademico 1897-98 fu deciso di indire il concorso per il posto di professore ordinario di Elettrotecnica e per un posto di professore aggiunto.

Vinsero il concorso: a ordinario il professore dott. Guido Grassi (28 maggio 1851 ÷ 21 settembre 1935, N. F. 9 febbraio 1902) e ad aggiunto il professore Ferdinando Lori (28 settembre 1869 ÷ 18 settembre 1947, C. F. 27 maggio 1928).

Il professore Grassi, addottorato in fisica a Pavia svolse inizialmente attività in meteorologia e fisica. Inaugurò la sua attività didattica nel 1879 con un incarico e poi con l'ordinariato di Fisica Tecnica, ottenuto per concorso nella R. Scuola di Applicazione di Napoli. Si occupò di Tecnologia del calore. Fino dal 1875 si orientò verso le applicazioni elettriche e nel 1886 dopo un lungo

viaggio di studio all'estero avviò l'attività di un laboratorio di elettrotecnica a Napoli e preparò nel 1886-87 un Corso di lezioni ricevendone nel 1888 il regolare incarico. Nel 1892 fu designato Direttore della Scuola di Napoli.

Nel 1896 fu con Galileo Ferraris fra i fondatori dell'Associazione Elettrotecnica Italiana e ne fu Presidente Generale per il triennio 1900-1902.

Il professore Grassi rivolse definitivamente la sua attenzione verso l'applicazione della teoria al calcolo delle macchine elettriche e produsse un ingente complesso di studi che lo portarono alla preparazione della sua maggiore opera nel campo scientifico e didattico, opera che gli meritò la riconoscenza degli elettrotecnici particolarmente di quelli che si sono dedicati allo studio ed al progetto delle macchine elettriche. Si trattò del Corso di Elettrotecnica comprendente un volume sui « Princìpi Scientifici della Elettrotecnica » e due volumi intitolati « Corso di Elettrotecnica » riguardanti l'elettromeccanica e gli impianti.

Il professore Grassi ebbe un elevato spirito di iniziativa a favore dell'insegnamento Superiore in Italia seguendo tutti gli sviluppi della Elettrotecnica dopo le invenzioni di Pacinotti e Ferraris. Contribuì a stabilire i fondamenti dell'Elettromeccanica e intuì l'opportunità di istituire accanto ad un corso di Costruzioni Elettromeccaniche (Ing. Morelli) un corso di Telegrafia e Telefonia (Artom e poi Soleri) e uno di Impianti Elettrici (Ponti e poi Palestrino).

Nelle sue lezioni spiccavano la chiarezza della esposizione, la serenità di critica e di giudizio unite a fine arguzia.

Il professore Ferdinando Lori, vincitore del concorso di professore aggiunto, iniziò la sua attività nella Scuola di Elettrotecnica sviluppando la terza parte del Corso avente per oggetto le misure elettriche. Le prime due parti, i fondamenti scientifici dell'Elettrotecnica e l'Elettrotecnica Generale erano svolte dal professore Grassi, la quarta parte, ossia le esercitazioni pratiche, dagli assistenti.

La permanenza del professore Lori alla Scuola fu breve, poco più di un anno, perché passò a dirigere la Società industriale dei forni elettrici in Roma. Passò poi in Carinzia per dirigere la costruzione dell'impianto elettrico di Patermon (1901-1902) e poi a Narni per la costruzione di una fabbrica di carboni artificiali 1902-1903.

Il 10 novembre 1903, riuscito primo nel relativo concorso, andò a Padova ad occupare la cattedra di Elettrotecnica, che tenne fino al 1928 da dove passò a quella di Milano che tenne fino allo scadere dei limiti di età nel 1939.

Introdusse fra i primi nella pratica e nell'insegnamento l'uso sistematico della rappresentazione delle correnti alternate con numeri complessi.

Giancarlo Vallauri (19 ottobre 1882 ÷ 7 maggio 1957, N.F. 27 maggio 1928) percorse una brillantissima carriera sia nella Marina, sia nel mondo

scientifico. Volle dapprima essere soldato e nell'Accademia Navale di Livorno ricevette la nomina a ufficiale di Marina.

Lasciato il servizio attivo nella Marina, attratto fortemente verso la vita industriale, seguì gli studi di Ingegneria Industriale a Napoli ove si laureò nel 1907 e conseguì nel 1908 il diploma di specializzazione in Elettrotecnica.

Iniziata immediatamente l'attività accademica fu nel 1908 a Padova assistente di Ferdinando Lori. Nel 1909 passò a Napoli. Nel 1911 passò un periodo nella fabbrica Oerlikon, mentre contemporaneamente fu assistente del professore Arnold nella Scuola Politecnica di Karsruke. Tornato a Napoli fu assistente di Luigi Lombardi, insegnante di Radiotelegrafia e Magnetismo Navale nel 1912 ed infine professore incaricato di Fisica Tecnica nel 1915. Ebbe le distinzioni delle campagne di guerra del 1911-12, 1915-18, 1940-43, una promozione per merito di guerra e pervenne al grado di Ammiraglio di Divisione della Riserva.

Nel 1916 fu chiamato, per concorso, alla Direzione dell'Istituto Elettrotecnico della Marina a Livorno, nel 1919 fu incaricato di Elettrotecnica nella Scuola di Ingegneria a Pisa dove, dal 1923 fino al 1926 fu Direttore. Dal 1918 al 1923 diresse pure il Centro Radiotelegrafico di Coltano.

Nel 1926, chiamato al Politecnico di Torino, succedette a Guido Grassi nella Cattedra di Elettrotecnica che occupò fino allo scadere dei limiti di età nel 1952. Fu Direttore del Politecnico dal 1933 al 1938. Sotto la sua guida rifiorì l'attività della Scuola di Elettrotecnica Galileo Ferraris che, fra l'altro, si arricchì della nuova Sala Guido Grassi.

Nel 1935 con l'appoggio del Gruppo S.I.P., del comune e di altri enti contribuì in modo essenziale alla Fondazione dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris che, sotto la sua infaticabile presidenza si sviluppò come centro di studio e di ricerca sperimentale e come propulsore della vita tecnica e industriale, acquistando meritata fama fra i grandi laboratori di altre Nazioni.

L'Istituto divenne pure sede di numerosi convegni scientifici, di settimane di studio per l'elettromeccanica e le comunicazioni elettriche e degli insegnamenti di tutte le discipline elettriche per i corsi normali e per quelli di perfezionamento del Politecnico di Torino.

Vallauri aveva dato vita nel 1914, insieme con i colleghi Bordoni e Barbagelata alla redazione de « l'Elettrotecnica » e nel 1932 aveva fondato, con la collaborazione del professore Paolo Lombardi, la Rivista « Alta Frequenza » di Radiotecnica, Telefonia e Acustica Applicata.

Oggetto di studio del Vallauri dal 1907 in poi furono argomenti tratti dai campi dell'elettrotecnica, elettrostatica, magnetismo, macchine, radiocomunicazioni, sia effettuando studi teorici sia rivolgendo l'attenzione alle applicazioni pratiche.

Da notare come dopo la guerra 1915-18 espose la prima teoria analitica del funzionamento dei tubi elettronici del De Forest interpretandone il comportamento fisico per mezzo dell'« equazione Vallauri ». Il contributo fu importante causa l'empiricità con cui, all'inizio, venivano impiegati i triodi, per i quali la linearizzazione, divenuta poi abituale, delle equazioni caratteristiche del loro comportamento, costituì una chiarificazione notevole.

Altro contributo rimarchevole fu quello inerente all'esecuzione della prima misura oggettiva di campo elettromagnetico di segnale transoceanico.

Nei numerosi scritti del Professore Vallauri spiccano doti di rara chiarezza, precisione di esposizione ed eleganza di lingua. Pure nelle riunioni da lui presiedute manifestava una rara capacità di condotta delle esposizioni e discussioni anche se gli argomenti erano difficili e controversi. Sapeva riordinare i concetti, riassumere in sintesi le esposizioni fatte, anche se poco ordinate, dirigere le discussioni più complesse, pervenendo sempre a conclusioni precise.

Come redattore de « l'Elettrotecnica » e ancora più come direttore di « Alta Frequenza » indirizzò le sue particolari cure alla scelta dei contributi ed al loro perfezionamento. Oltre che il livello scientifico dei lavori lo preoccupavano una scrittura ordinata degli stessi, la correttezza della lingua, la proprietà dei termini, ed una chiara e precisa presentazione formale per ottenere la miglior facilità di assimilazione, da parte del lettore, della materia esposta nel lavoro.

Il professore Vallauri mise sempre in chiara evidenza alte capacità di dirigente e di organizzatore.

Rinaldo Sartori (2 febbraio 1909 ÷ 17 luglio 1981, 12 marzo 1958, 22 aprile 1970), terminati gli studi iniziò a svolgere attività professionale, ma presto passò nella scuola ove, nel 1949, per vincita del concorso divenne titolare della cattedra e direttore dell'Istituto di Elettrotecnica nell'Università di Genova.

Nell'anno accademico 1952-53 divenne incaricato e poi, succedendo al professore Vallauri, titolare sia della cattedra, sia della direzione dell'Istituto di Elettrotecnica del Politecnico di Torino. Nel 1954 divenne pure direttore dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris.

Ricoprì svariate cariche nell'Associazione Elettrotecnica Italiana e ne divenne Presidente Generale per il triennio 1968-70.

Si interessò molto della scuola svolgendo la sua attività di insegnante con elevato impegno, senso del dovere e spirito di sacrificio. Altrettanto intensamente si impegnò, prima per evitarne la svalutazione e poi esprimendo con molta chiarezza le sue critiche agli operati che furono causa del suo decadimento. Si occupò pure dei problemi che nascono per la formulazione dei programmi di insegnamento nelle scuole di ingegneria mirando che essi non trascurassero, né le esigenze del progresso scientifico, né quelle dell'industria.

I suoi lavori riguardarono i regimi transitori nelle linee e nei circuiti elettrici, esaminati mediante il calcolo operatorio; i circuiti e le reti elettriche; la tecnica delle comunicazioni elettriche; la teoria dei campi vettoriali a variazione sinusoidale, impostata su una estensione al campo vettoriale dell'algebra dei numeri complessi.

Ma nella sua produzione è di particolare importanza il trattato di Elettrotecnica, Parte Prima, che pubblicò in collaborazione col Professore Ercole Bottani del Politecnico di Milano e la cui caratteristica sta nella novità dell'impostazione dell'insegnamento dell'Elettrotecnica dovuta a Giovanni Giorgi.

Detta impostazione, già introdotta da Bottani e Sartori nel Politecnico di Milano, ha carattere di novità, sia nell'ordinamento della materia che, sostanzialmente, differisce da quello classico, sia nell'ampiezza con cui sono esposti argomenti (alcuni dei quali trovano estesa applicazione nel campo delle correnti deboli) che in altri trattati di Elettrotecnica generale sono talvolta solo accennati. Al primo volume il professore Sartori fece seguire un volume di dispense, di quasi 1000 pagine, dal titolo « Appunti di Elettrotecnica, Parte Seconda, per uso degli studenti ed è da rammaricarsi che non siano seguiti i due previsti per il vero completamento di tutta l'opera. Resta però, con quanto è stato pubblicato, ben indicato un nuovo indirizzo di insegnamento dell'Elettrotecnica.

In ultimo si vuol ricordare un'attività particolare, svolta da un eminente studioso socio dell'Accademia, il prof. Luigi Lombardi (21 agosto 1867 ÷ 7 febbraio 1958, C. F. 24 febbraio 1918), nell'ambito del Comitato Elettrotecnico Italiano.

Si tratta della compilazione del Vocabolario Elettrotecnico Italiano edito nel giugno 1949 (che seguì quella del Vocabolario Elettrotecnico Internazionale che vide la luce nel 1938) e che aveva come scopo quello di provvedere all'unificazione della terminologia Elettrotecnica e di coordinarla a quella delle altre principali nazioni. Per ragioni di opportunità fu preso a base il Vocabolario Internazionale, conservandone inalterati l'Ordine logico e la classificazione in gruppi e sezioni, con la numerazione di cinque in cinque unità che consente d'intercalare nuove voci come è avvenuto, nel gruppo delle macchine, per una sezione speciale per le metadinamo, e nel gruppo delle radiocomunicazioni, per una di televisione. Ai quattordici gruppi del vocabolario internazionale se ne aggiunse un quindicesimo, già in quello preconizzato, per l'elettroacustica. I termini sono tradotti in inglese, francese, tedesco e spagnolo.

Il professore Lombardi che svolse attività di ricercatore, di tecnico, ma soprattutto di Insegnante, fu dal 1901, per 21 anni, professore di Fisica Tecnica alla Scuola di Applicazione degli ingegneri a Napoli e, dal 1922, per 15 anni, di Elettrotecnica a Roma.

Il professore Lombardi appartiene ad una stretta cerchia di Maestri che

svolsero durante l'evolversi delle nuove tecniche, un lavoro paziente di revisione, di messa a punto, di inquadramento, che può considerarsi altrettanto valido e utile, quanto le nuove scoperte, per dare vita e ordinato inquadramento alle conoscenze scientifiche. In lui la ricerca ha affiancato sempre l'attività didattica. Più che la ricerca della novità c'era in lui lo studio sistematico di fenomeni particolari che avevano avuto interpretazioni incerte e dato luogo a controversie fra gli studiosi. Tuttavia, metodi originali e particolari accorgimenti sperimentali da lui adottati lasciavano intravvedere possibili applicazioni pratiche.

Rosalino Sacchi

IL CONTRIBUTO DELL'ACCADEMIA ALLO SVILUPPO DELLE SCIENZE GEOLOGICHE

con una appendice sul contributo dei paleontologi,
a cura di Giulio Pavia e Pierangelo Clari

Nell'intraprendere il compito affidatomi, di illustrare i contributi che l'Accademia delle Scienze di Torino, nei suoi due secoli di vita, ha fornito alle Scienze della Terra, ho scelto di porre alcuni limiti all'ambito della mia analisi. Premesso anzitutto che contributo « dell'Accademia » significa essenzialmente contributo « dei soci », ho deciso di limitare la mia analisi all'opera di quei soci, dei quali la presenza fu viva e reale, e lasciò una traccia sostanziale nei periodici dell'Accademia. In secondo luogo, ho escluso l'opera dei viventi. Su di essa, infatti, non è ancora caduta la patina di oblio la quale, mascherando ciò che è caduco, dà maggiore evidenza a ciò che è destinato a durare.

Ciò premesso, una valutazione di quello che è stato il contributo dell'Accademia alle Scienze della Terra, non può prescindere da un inquadramento storico. In altre parole, richiede di prendere in considerazione quello che era lo stato dell'arte nel secolo e mezzo che intercorre tra la nascita dell'Accademia e, all'incirca, gli anni della seconda guerra mondiale, che mi sono posto come limite approssimativo. E questo è ovvio. Ma richiede altresì di prendere in considerazione quello che era in Italia lo stato dell'arte nello stesso periodo.

Il compito che mi propongo, cari colleghi, è storico e non agiografico. Verità vuol quindi che si rilevi che, nel periodo preso in considerazione, il contributo fornito dal nostro paese alla crescita delle Scienze geologiche è stato modesto.

Direi che ciò è vero soprattutto per il periodo che coincise con il primo secolo di vita della nostra Accademia. Successivamente, l'età giolittiana vide un breve rinascimento, dovuto essenzialmente all'opera di un piccolo, ma validissimo gruppo di « ingegneri geologi » ministeriali. Tali geologi, che generalmente avevano ricevuto fuori Italia almeno una parte del loro addestramento, annoveravano tra loro alcuni veri talenti, tra i quali quello grandissimo di Secondo Franchi, a mio avviso il massimo tra i geologi italiani. La Carta

Geologica d'Italia alla scala 1 : 100.000, che essi produssero, era di qualità buona e, in alcune parti, addirittura ottima. Ciò vale in particolare per le Alpi occidentali delle quali, nel 1908, fu pubblicata una carta di sintesi alla scala 1 : 400.000, che resta un monumento *aere perennius*. L'importanza di questo genere di risultato non sarà mai sottovalutata da chi conosce il ruolo della cartografia geologica nell'avanzamento della Scienza Geologica; il ruolo di questa particolare cartografia nell'avanzamento della geologia alpina, e il ruolo fondamentale che la geologia alpina ha avuto nella storia della scienza geologica.

Non ci fu solo questo. L'ultimo ventennio del secolo vide in Italia, nelle Scienze della Terra, il fiorire anche di altri settori: almeno due.

L'Italia può essere considerata la culla della sismologia grazie soprattutto all'opera di Michele Stefano De Rossi, al quale è dovuto quello che può essere considerato il primo osservatorio sismologico, a Rocca di Papa. L'eredità di questo pioniere fu raccolta da altri illustri sismologi, quali Giuseppe Mercalli e Mario Baratta.

E fu certamente all'avanguardia mondiale, per merito di Carlo Fornasini e di Alfredo Silvestri, anche nel campo della micropaleontologia, nel quale vantava una grande, e mai completamente spenta tradizione settecentesca.

E tuttavia, i meriti di questi geologi e paleontologi *fin de siècle* sono parte di un quadro che, nell'insieme, ha più ombre che luci. È appropriato continuare qui con le parole che nel 1877 scriveva un eminente geologo italiano, Giovanni Cappellini [1]:

> « Bisogna convenire che la vera storia della geologia comincia con Leonardo da Vinci e che per tutto il secolo XVI e metà del XVII, soli gli Italiani coltivarono questa scienza la quale in progresso di tempo doveva interessare tutto il mondo. Gli stranieri sono unanimi nel riconoscere che nella seconda metà del XVII secolo ed anche alla fine del secolo XVIII gli Italiani erano ancora di gran lunga superiori a tutti gli altri in questo ramo delle scienze naturali. Soltanto nel secolo XIX a poco a poco abbiamo perduto terreno e trattandosi di studi nei quali il vantaggio è grande per coloro che possono disporre di molti mezzi e intraprendere eziandio lontane peregrinazioni per vedere con i propri occhi quanto più è possibile, l'Italia non riuscì a tenersi alla pari con l'Inghilterra ed altre nazioni ».

In realtà, dire che « anche alla fine del 700 » gli italiani primeggiavano nelle Scienze della Terra, è discutibile, ma è certamente sostenibile. Nella seconda metà del 700 operarono in Italia alcune grandissime personalità, delle quali almeno due diedero contributi di importanza fondamentale. Al veronese Giovanni Arduino va ormai internazionalmente riconoscendosi il merito di

[1] *Sulla proposta di un congresso internazionale geologico in Italia*, p. 9, tip. Fafa & Garagnani, Bologna, 1877.

avere fondato la scienza della cronologia stratigrafica, con trenta anni di anticipo su William Smith. La divisione delle ere geologiche che egli ci ha tramandato è vicinissima a quella che usiamo tuttora.

Al senese Ambrogio Soldani dobbiamo, oltre a lavori che ne fanno il padre della micropaleontologia, anche lavori la cui impostazione paleoecologica è di straordinaria modernità e certamente di decenni in anticipo sui suoi tempi.

Quelli del Soldani e dell'Arduino furono exploit geniali di due talenti creativi, in un'epoca che possiamo considerare come pre-scientifica. È alla fine del secolo, con James Hutton, che possiamo collocare la nascita della Scienza della Terra.

J. Hutton e poi Ch. Lyell in Inghilterra, M.V. Lomonosov nella Russia zarista fornirono l'idea fondamentale, secondo la quale la natura attuale ci dà le chiavi per comprendere i processi geologici del passato (principio dell'attualismo).

Dopo di che, il XIX secolo vide svilupparsi tutte le idee base che costituiscono ancora i fondamenti della geologia. Culla di questo sviluppo furono il Regno Unito, la Francia, l'area mitteleuropea, soprattutto di lingua tedesca e, dopo la metà del secolo, gli Stati Uniti. Dall'Inghilterra ci venne il plutonismo con J. Hutton; dall'Inghilterra e dalla Germania la stratigrafia con William Smith e con la scuola di Abraham Werner; dalla Francia, con Elie de Beaumont, la teoria della contrazione terrestre, teoria che, pur fallace, fu fertile di sviluppi. In Austria E. Suess descrisse compiutamente il fenomeno orogenico. Negli Stati Uniti, con J.D. Dana e J. Hall e poi in Francia si sviluppò il concetto di geosinclinale. Dall'Inghilterra ci venne quello di isostasia, con J.H. Pratt e G.B. Airy. Alla fine del secolo, e all'inizio del 900, l'idea della deriva dei continenti maturò in USA con F.B. Taylor e in Germania con A. Wegener. In Scozia, Francia, Svizzera maturava contemporaneamente (Ch. Lapworth, M. Bertrand, M. Lugeon, E. Argand) l'idea della tettonica tangenziale e della struttura a falde delle catene orogeniche di tipo alpidico, idea destinata a culminare nella sintesi geniale di Emile Argand.

Per la paleontologia, scienza sorella, vale un discorso non dissimile. Alla fine del 700 essa nacque come scienza, con G. Cuvier e G. B. Lamarck. In cento anni percorse un bellissimo itinerario intellettuale, che vide comparire, opporsi, avvicendarsi il fissismo di Cuvier, il trasformismo di Lamarck, l'evoluzionismo di Darwin, e poi neolamarckismo, neodarwinismo, il mutazionismo di De Vries. Il paziente lavoro di raccolta e classificazione si accompagnò a questo dibattito metodologico.

In cento anni le Scienze della Terra, rispetto ad altre, recuperarono un ritardo di secoli. È in quell'avanzamento, in quel dibattito metodologico, che il pensiero italiano non ebbe voce. L'unico, grande contributo metodologico alle Scienze della Terra venne, in effetti, verso la metà del secolo, da un fisico ed

astronomo, Macedonio Melloni, il quale scoprì il magnetismo rimanente delle rocce, aprendo la strada per l'indagine del paleomagnetismo, che altri percorse un secolo più tardi.

Lascio ad altri di spiegare il perché di questo lungo silenzio. Il Capellini invocò un isolamento di tipo fisico. Giuocò probabilmente qualcosa di carattere più generale: un ritardo ed isolamento rispetto alle principali correnti del pensiero contemporaneo, che non furono propri ed esclusivi delle Scienze della Terra.

Questa lunga premessa era, penso, necessaria per inquadrare nella giusta prospettiva la realtà che mi sono proposto di illustrare. Mi è ora possibile entrare *in medias res.*

Direi che il contributo dell'Accademia nel suo primo secolo di vita può ricondursi essenzialmente all'opera di due soci, due grandi maestri: Angelo Sismonda e Bartolomeo Gastaldi.

Angelo Sismonda nacque nel 1807 dalle parti di Alba. Educato a Parigi, fu chiamato nel 1832 alla cattedra di Mineralogia e Geologia in Torino, cattedra che ricoprì per oltre 40 anni.

In altra relazione vengono ricordati i grandi meriti del Sismonda nella realizzazione di quell'opera straordinaria che fu il traforo ferroviario del Frejus. Qui mi soffermo invece sulla sua produzione in quella che oggi chiameremmo « ricerca di base ». Gli anni d'oro della sua attività di ricercatore infaticabile furono quelli che precedettero il 1862, quando diede alle stampe l'opera monumentale, per la quale soprattutto è ricordato, e cioè la « Carta Geologica di Savoja, Piemonte e Liguria » ([2]). Opera straordinaria per essere stata prodotta da un uomo solo e, per giunta, di cagionevole salute, essa rimase per lungo tempo un fondamentale documento cartografico sulle Alpi occidentali. Vale la pena di soffermarsi un poco su questa carta, dato che in essa si compendia la sostanza del contributo scientifico del Sismonda.

Discepolo di Elie de Beaumont, il Sismonda era stato in gioventù, e rimase per tutta la vita, e alcune delle sue idee invecchiarono con quelle del Maestro. Potremmo dire che la sua disgrazia fu quella di fermarsi a Parigi in un momento nel quale, in geologia, la luce veniva da oltre Manica.

Invecchiarono, in particolare, le sue idee sul capitale problema della cronologia delle rocce alpine. Sulla scia del De Beaumont, egli ascrisse al Giurese praticamente tutte le rocce « stratificate » al di fuori dei principali nuclei gneissici, rocce che ora sappiamo avere età variabilissima, dal Paleozoico fino al Cenozoico.

La soggezione all'*ipse dixit* certo non giovò ad Angelo Sismonda. Egli, in

([2]) Più nota la ristampa del 1866. La scala era circa 1: 500.000. « Pubblicata per cura del governo di S. M ».

effetti, aveva maturato il sospetto della esistenza di rocce pre-giurassiche entro le sequenze alpine. Curiosamente, questo ci è attestato da una lettera di Elie de Beaumont, indirizzatagli il 16 giugno 1840 ([3]) in risposta ad altra che non ci è conservata. Si tratta di un rimbrotto che, a quanto pare, sortì l'effetto desiderato:

« Je n'aurais d'observations à vous faire que sur ce que vous dites, que les roches cristallines des Alpes, plus anciennes que le terrain jurassique, pourraient résulter du métamorphisme du grès bigarré et autres roches secondaires anciennes. J'avoue que je n'y avais pas songé et que j'ai même bien de la peine à admettre que cette idée soit exacte. Je croyais ... que les roches stratifiées cristallines qui alternent quelques fois avec les roches à empreintes végétales ne sont pas du système ancien, mais tout simplement des roches jurassiques altérées ».

Si trattò di una incomprensione cronologica, legata a due fattori. Il primo, intrinseco, risiede nella estrema difficoltà della cronologia delle rocce alpine, connessa con l'assenza di fossili, provocata dalla trasformazione metamorfica. Ci tornerò sopra a proposito dell'opera del Gastaldi. In tutto il mondo, comunque, la storia della geologia è ricca di simili incomprensioni.

L'altro fattore è contingente, e risiede in una incomprensione del fenomeno del metamorfismo. Lasciamo la parola al Franchi ([4]):

«La cristallinità di una gran parte delle roccie ... sarebbe, secondo lui, causata dalle "modificazioni delle rocce sedimentose"; ed egli cercò di provare "ch'esse, qualunque sieno, non da altro derivano che da particolari reazioni eccitate ed agevolate dalle roccie di sollevamento". È interessante il modo in cui spiega tale metamorfosi: "Le roccie giurassiche di quelle contrade non ritengono più la primiera loro posizione, né la primiera loro composizione, ma bensì sono tutte sollevate, e mostrano di avere subìta una pressoché totale fusione, per cui i loro componenti sollecitati dalla legge di affinità si unirono chimicamente" ».

Come si vede, la visione del fenomeno metamorfico è piuttosto arcaica. Nel 1838 (data del citato scritto del Sismonda) la comprensione del metamorfismo era agli albori. E tuttavia i geologi di lingua inglese ne avevano un'idea che era già abbastanza realistica. Qui pertanto, interviene forse quella componente di « isolamento culturale » sulla quale mi sono brevemente soffermato in apertura.

Curioso il destino dell'opera scientifica di Angelo Sismonda. Quando egli morì nel 1878, la sua opera era considerevolmente invecchiata, soprattutto per le nuove idee apportate da un geologo più giovane e brillante, Bartolomeo

([3]) *In ricordo di Angelo Sismonda.* Raccolta di lettere, a cura di A. Roccati, p. 76, Fratelli Bocca Ed., Torino, 1922.

([4]) *Sull'età mesozoica della zona delle Pietre Verdi nelle Alpi Occidentali*, p. 7-8 (Boll. R. Com. Geol. It., a. 1898, n. 3-4).

Gastaldi. Di questa eclissi si trova eco nelle parole che, a proposito dell'opera scientifica del Sismonda, l'allora presidente di questa Accademia, Ercole Ricotti, pronunciò in sede di commemorazione ([5]):

« Altri ne darà giudizio competente: sia lecito a me, profano purtroppo delle scienze naturali, l'osservare che la geologia ne è forse il ramo più immaginoso, e quindi lascia luogo a molte ipotesi. Ché se quelle, onde mosse il Sismonda a seguito del Beaumont, furono poscia combattute ed anche rifatte, sua è pur sempre la gloria di avere raccolto fatti positivi. Oltreché la scienza, quando attende a scoprire un vero affatto nascosto, si avvantaggia delle ipotesi, le quali sono scala l'una all'altra per salire al vero, libera di spogliarsene tostoché l'abbia raggiunto ».

E tuttavia, nell'opera del Sismonda si trova qualche cosa che manca in quella del Gastaldi: esempio, una comprensione del ruolo delle rocce magmatiche; altro esempio, la percezione del fatto che la trasformazione metamorfica non è limitata alle rocce antiche. E paradossalmente, le datazioni del Sismonda furono confutate e respinte a favore di quelle del Gastaldi, che ora sappiamo essere anche più erronee, ma che erano più convincentemente argomentate.

Bartolomeo Gastaldi nacque a Torino nel 1818. Laureato in legge, la vocazione lo portò verso le scienze naturali, che coltivò a Parigi, come il Sismonda. Rientrato in Italia, nel 1863 divenne professore di mineralogia nella Scuola degli Ingegneri al Valentino. Fu poi professore di Geologia nella Università per breve tempo prima della morte che lo colse nel 1879.

Il Gastaldi coltivò molto tardivamente, negli ultimi quindici anni della sua vita, gli studi di geologia alpina ai quali soprattutto deve il posto che occupa nella storia della geologia. In precedenza si era occupato di paletnologia e di glaciologia, guadagnandosi notevoli meriti in entrambe le discipline. Poi venne la tardiva folgorazione.

Il grande contributo di Bartolomeo Gastaldi ([6]) alla geologia delle Alpi occidentali fu il riconoscimento della fondamentale divisione dei terreni in due maggiori insiemi, dei quali uno a carattere gneissico, più antico, che egli chiamò « gneiss centrale », soggiacente all'altro a carattere scistoso, che egli chiamò « zona delle pietre verdi ». Si tratta, in sostanza, della distinzione, ancora oggi essenziale, tra la formazione mesozoica dei Calcescisti con Pietre Verdi, e l'insieme dei nuclei cristallini che costituiscono il basamento pre-triassico. A questa geniale intuizione, che basterebbe da sola ad assicurargli un posto

([5]) *Atti R. Acc. Sci. Torino*, vol. 14; adunanza del 12 genn. 1879.

([6]) La sintesi del lavoro svolto da B. Gastaldi nelle Alpi occidentali (« Studi geologici nelle Alpi Occidentali ») fu pubblicata in due parti in Mem. R. Comitato Geol. Ital., 1871 e 1874. Il resto della produzione comparve prevalentemente negli Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino.

nel gotha geologico, il Gastaldi associò però almeno due cospicui fraintendimenti, legati non certo alla sua capacità di osservatore, da tutti riconosciute come altissime, quanto a una sorta di retaggio culturale.

Da Parigi il Gastaldi era rientrato con un bagaglio culturale ottimo, e nel quale tuttavia non mancava della zavorra. Questa era costituita, direi, soprattutto dalla cieca adesione alla scuola tedesca del nettunismo, secondo la quale le rocce avevano origine sedimentaria, comprese quelle delle quali da molte parti andava dimostrandosi la natura plutonica, ovvero magmatica. Da questo « vizio » werneriano discese il primo dei fraintendimenti, che riguarda appunto l'origine delle rocce alpine. Il Nostro fu infatti portato a posizioni estreme: tali quelle contenute in una lettera del 20 luglio 1978, indirizzata a un collega, T. Sterry Hunt, nettunista più moderato [7]:

« As to crystalline rocks, I am even more radical than you; for me, all crystalline rocks are stratified; for me there is no plutonism; for me volcanic activity commenced only with the lavas of the Lower Tertiary; at least, I know no intrusive rocks in the Alps; the porphyries there are, to my eyes, sedimentary ».

L'altro fraintendimento è quello cronologico, ed è pure esso legato a un condizionamento culturale, di diversa natura. Il Gastaldi, il più cosmopolita fra i nostri geologi, aveva fitta corrispondenza con i colleghi di lingua inglese, e buona conoscenza della geologia del nord-america. Colpito dalla rassomiglianza che le due sequenze alpine mostravano con le due sequenze precambriche del Canada, note allora come Laurenziano e come Huroniano, egli riferì all'« Arcaico », cioè al Precambrico le rocce delle Alpi, per le quali non esisteva allora alcuna documentazione paleontologica. L'errore, dimostrato nel 1898 dal Franchi con il ritrovamento di fossili mesozoici nella « zona delle pietre verdi », può oggi apparire grande. Eppure la soluzione del Gastaldi era la più logica alla luce delle conoscenze di quella epoca, come argomentò lo stesso Franchi (*cit.*, p. 13). Una volta postulata l'età arcaica dei nuclei cristallini (allora normalmente accettata) l'età pre-paleozoica dei Calcescisti era dettata da due elementi: 1) la loro sovrapposizione allo « gneiss centrale » in apparente, perfetta concordanza e continuità; 2) il loro locale sottostare a terreni di età carbonifera, in un rapporto che oggi sappiamo di natura tettonica.

Gastaldi portò alla geologia, per usare le parole di Sterry Hunt (cit.) « un raro talento ed una larghezza di vedute che gli assicureranno un primo posto tra i geologi del suo tempo ». Con la morte di Gastaldi e Sismonda si aprì, nell'ambito dell'Accademia, un periodo che non può definirsi aureo per la geologia. E tuttavia la fiaccola fu portata avanti dai paleontologi. Nel periodo successivo all'Unità, la paleontologia fiorì a Torino grazie soprattutto all'opera

(7) *Geological Magazine*, dicembre 1887.

di due illustri soci dell'Accademia delle Scienze: Carlo Parona e Federico Sacco. Tale opera, in appendice alla presente relazione, viene ricordata a cura di due esponenti della gloriosa scuola paleontologica torinese.

Con Sacco e Parona siamo arrivati agli anni della seconda guerra mondiale. Nel periodo successivo, il contributo della Accademia alla Geologia è dovuto principalmente all'opera di soci tuttora attivi, quali Giambattista Dal Piaz e Roberto Malaroda. Col che mi fermo, fedele alla promessa fatta in apertura.

Appendice

IL CONTRIBUTO DEI PALEONTOLOGI

(a cura di Pierangelo Clari e Giulio Pavia)

Carlo Fabrizio Parona, allievo del Taramelli, fu ordinario di Geologia dal 1889 al 1930 nella Università di Torino, della quale fu anche rettore dal 1920 al 1922. Di questa Accademia fu Presidente dal 1928 al 1934.

Pioniere, nel 1913, degli studi geologici in Tripolitania, il Parona fu paleontologo valentissimo e instancabile, il lavoro del quale spaziò su quasi tutti i gruppi animali: Ammoniti, Rudiste, Spugne, Brachiopodi, Radiolari, molluschi in genere, Pesci. Nello studio delle Rudiste (fossili di grande importanza stratigrafica) fu all'avanguardia in assoluto, e fu autore di lavori che hanno sfidato il tempo vittoriosamente.

Lo stesso si può dire dei giovanili lavori sui radiolari, per i quali impiegò estesamente la tecnica, al tempo modernissima, della osservazione microscopica in sezione sottile. I suoi studi sulle « radiolariti » giurassiche di Cesana Torinese sono considerati classici.

Federico Sacco, socio attivissimo della Reale Accademia delle Scienze, fu titolare della cattedra di geologia presso la Scuola di Applicazione per gli Ingegneri di Torino, dal 1896 al 1935.

Appena ventenne, ed ancora prima di laurearsi in Scienze Naturali presso l'Ateneo torinese, nel 1884 il Sacco esordì con una ricerca paleontologica, così avviando una eccezionale attività scientifica, espressa in più di seicento lavori, con la quale per oltre un sessantennio spaziò sui più diversi campi delle Scienze della Terra. Prediletti furono comunque i temi di geologia del Piemonte. Nel 1889, venticinquenne, pubblicò « Il bacino terziario e quaternario del Piemonte » ([8]), monografia ricca di essenziali informazioni litostratigrafiche, paleontologiche ed applicative, a tutt'oggi consultata come strumento di base per le ricerche stratigrafiche in Piemonte.

([8]) Il lavoro è diviso in varie parti, pubblicate presso diverse tipografie torinesi.

Nello studio delle malacofaune fossili terziarie e quaternarie il Sacco si distinse dapprima con numerosi, notevoli scritti di piccola mole, prima di intraprendere l'opera monumentale nella quale culminò la sua attività paleontologica: un'opera intrapresa da un altro eminente socio, Luigi Bellardi, e interrotta nel 1889 alla morte di questi. Si tratta della serie di monografie « I molluschi dei terreni terziari del Piemonte e della Liguria, voll. VII-XXX » ([9]), ricche di oltre 10.000 illustrazioni e della descrizione di migliaia di taxa fossili, dei quali numerosissime specie di nuova identificazione. Questa serie di monografie era all'altezza delle più celebrate opere straniere dello stesso tipo, e assicurò all'autore una notorietà internazionale.

([9]) I primi sei volumi erano stati pubblicati (1872-1890) nelle *Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino.* Alla morte del Bellardi, l'Accademia incaricò il giovanissimo paleontologo di continuare l'opera, che comparve poi (1890-1905) per i tipi di C. Clausen, Torino.

Germano Rigault

IL CONTRIBUTO DELL'ACCADEMIA ALLO SVILUPPO DELLE SCIENZE MINERALOGICHE

L'Accademia delle Scienze di Torino nella seconda metà del xviii secolo ha dato un contributo diretto e molto importante allo sviluppo delle scienze mineralogiche: non va infatti dimenticato che un primo nucleo delle attuali collezioni di minerali e rocce dell'Università di Torino si costituì proprio in questa Accademia grazie all'apporto di collezioni private di alcuni Soci fra cui vanno ricordati Carlo Lodovico Morozzo di Bianzé, Presidente dell'Accademia dal 1788 al 1801, Carlo Antonio Galeani Napione di Cocconato, Benedetto Costanzo Bonvicino, Raimondo San Martino di San Germano. E nel 1798 il Presidente dell'Accademia affidò a Stefano Borson l'incarico, reso ufficiale dal 1° gennaio 1799, di separare e classificare quella parte del Museo di Scienze Naturali dell'Accademia che conservava fossili e minerali: per comprendere i motivi della scelta del Borson è opportuno ricordare alcune notizie biografiche.

Il Borson, nato nel 1758 a Saint-Pierre-d'Albigny, in Savoia, a dodici anni venne mandato a Chambéry per iniziare gli studi letterari; qui vestì l'abito chiericale e iniziò quell'attività di precettore che doveva caratterizzare la prima parte della sua vita. Nel 1778, terminati gli studi di filosofia, si trasferì a Torino, nella cui Università si laureò in teologia nel 1781; dieci anni dopo ricevette gli ordini sacri. In questo periodo la molteplicità dei suoi interessi lo portò ad occuparsi di belle arti e di storia naturale; completò la sua preparazione studiando diverse lingue vive ed effettuando viaggi in numerose città italiane. Molto importante per l'orientamento successivo della vita del Borson è l'amicizia contratta a Torino con il botanico C. Allioni, che possedeva una ricca raccolta di oggetti naturali. Sotto la sua guida lavorò alla classificazione di quelle collezioni di reperti naturali e intraprese i primi studi sistematici, occupandosi in particolare di paleontologia. Un interesse più specifico per la mineralogia si sviluppò successivamente nel Borson in seguito a contatti con C. A. Napione di cui parleremo in seguito.

Nel 1795 il Borson si recò a Roma e qui entrò in amicizia con il cardinale Stefano Borgia, che gli affidò l'incarico di ordinare il suo museo di Velletri, ricco di antichità e di oggetti naturali; il risultato di questo lavoro fu illu-

strato in una lettera indirizzata all'Allioni e poi data alle stampe. Da Roma passò a Napoli, ove entrò in relazione con parecchi studiosi di scienze, tra cui S. Breislak, F. Cavolini e D. Cirillo; nel 1796 ritornò a Torino e due anni dopo ricevette l'incarico sopra citato.

Nel 1801, quando il Museo dell'Accademia delle Scienze venne fuso con il Museo di Storia Naturale dell'Università, fondato da Carlo Emanuele III, il compito del Borson si allargò, poiché si aggiunsero le collezioni che attorno alla metà del XVIII secolo vennero dal Re donate all'Università; tuttavia nello stesso anno egli riusciva a portare a termine il suo incarico e completava il catalogo (non pubblicato) del Museo, redatto secondo i princìpi di classificazione del Werner.

Nel 1805 il Museo di storia naturale dell'Accademia delle Scienze passava per decreto imperiale all'Università di Torino, il cui rettore, P. Balbo, diede forte impulso a tutte le attività di studio e di ricerca. Il Borson provvide ad arricchire la collezione con ricerche personali sulle Alpi piemontesi, con scambi con l'estero e con acquisti; si imponeva pertanto la necessità di effettuare un riordinamento delle collezioni. D'altra parte il notevole progresso compiuto dalla mineralogia e dalle scienze affini richiedeva una nuova classificazione, che il Borson eseguì secondo il metodo proposto da Alexandre Brongniart. Frutto di questo intenso lavoro fu la pubblicazione dell'importante opera « Catalogue raisonné du Musée de Histoire naturelle de l'Académie de Turin. Partie minéralogique », edita nel 1811 a Torino.

Nel 1830, in seguito all'ampliamento del Museo, pubblicò, sempre a Torino, un nuovo « Catalogue raisonné de la collection minéralogique du Musée d'Histoire naturelle ». I campioni descritti sono 9866, oltre tre volte quelli elencati nel catalogo del 1811: questo dà un'idea della mole e della importanza del lavoro eseguito dal Borson, il quale vi attese da solo: soltanto verso la fine del 1828 ebbe quale assistente Angelo Sismonda.

Dal 1801 il Borson aveva tenuto un corso privato annuale di mineralogia, divenuto pubblico nel 1810, quando fu nominato professore alla nuova cattedra di mineralogia istituita all'università di Torino, ufficio che egli tenne fino alla morte (1832).

Le collezioni universitarie vennero via via arricchite grazie all'attività dei vari professori che, a partire dal Sismonda, si succedettero nella cattedra di Mineralogia; al momento della suddivisione delle collezioni nel settore mineralogico e in quello geologico, avvenuta nel 1878, in occasione del trasferimento a Palazzo Carignano, la collezione annoverava 10422 minerali e 7461 rocce. Successivamente (1935) il Museo di Mineralogia venne spostato nell'antica sede dell'Ospedale Maggiore di S. Giovanni Battista e della città di Torino, che attualmente la Regione Piemonte sta restaurando per organizzare, anche

mediante apposite convenzioni con l'Università, un grande Museo Regionale di Scienze Naturali.

In realtà a Torino esiste anche una seconda collezione mineralogica di notevole importanza, la cui origine è, in un certo senso, legata al nome di due Soci dell'Accademia delle Scienze, Spirito Benedetto Nicolis de Robilant e Carlo Antonio Napione.

A questo proposito, bisogna premettere che i regnanti della Casa Sabauda furono sempre molto sensibili ai problemi delle materie prime e della metallurgia, in relazione alle attività belliche: per questo motivo nel 1749 Carlo Emanuele III aveva inviato in Sassonia il de Robilant con quattro cadetti di artiglieria per studiarne le miniere e le industrie collegate, in particolare quelle metallurgiche; la stessa cosa accadrà più tardi al Napione. Questi illustri e coltissimi ufficiali raggiunsero poi i più alti gradi militari, contribuendo in modo determinante allo sviluppo delle scienze connesse alle attività di guerra; ma, in particolare, possono essere considerati i veri fondatori della scuola mineralogica e mineraria piemontese. Infatti il de Robilant pubblicò un importante lavoro nelle Memorie di questa Accademia (Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, années MDCCLXXXIV-V, I, pag. 191-304) sulle risorse minerarie degli Stati Sardi; vorrei ricordare inoltre che nella Biblioteca della Accademia sono conservate le relazioni originali del de Robilant sui suoi viaggi di studio.

Al Napione si deve invece il primo trattato italiano di Mineralogia [1] dove vengono discussi i caratteri esterni, la classificazione e la descrizione dei minerali secondo il sistema di Werner, di cui il Napione era stato allievo a Freyberg nel 1788. Poiché a quell'epoca né i metodi chimici d'analisi né quelli fisico-cristallografici permettevano di identificare con sicurezza un minerale, il Napione, seguendo il Werner, elaborò un sistema di classificazione basato sulle « caratteristiche complesse » descrivendo in dettaglio le proprietà fisiche quali ad esempio il colore, la lucentezza, la trasparenza, la coesione, la frattura, la durezza, la densità, la conducibilità termica, le configurazioni esterne. La sua classificazione rappresentò per quei tempi il culmine della fase descrittiva della mineralogia poiché i relativi metodi di identificazione, non richiedendo l'uso di particolari strumenti, rispondevano bene alle necessità pratiche, in particolare a quelle dell'industria mineraria.

Ritornando alle collezioni mineralogiche, va ricordato che nel 1822 venne posta la prima base di una legislazione sulle miniere e creata un'apposita scuola: in relazione a questi fati presso l'Azienda Generale dell'Interno venne iniziata una raccolta statistico-mineralogica che comprendeva le rocce e

[1] C. A. Napione, *Elementi di Mineralogia esposti a norma delle più recenti osservazioni e scoperte.* Reale Stamperia, Torino, 1797.

i minerali utili, i combustibili fossili degli Stati di Sardegna; questo incarico venne affidato a Vincenzo Barelli che nel 1835 pubblicò un catalogo ragionato di tale raccolta [1] che elencava più di 4000 esemplari e dava un'adeguata idea delle miniere e delle cave degli Stati sardi.

Dopo la morte del Barelli (1843) questa collezione rischiò di andare dispersa: è merito di Quintino Sella l'aver ottenuto nel 1853 che venisse affidata all'Istituto Tecnico di Torino, dove venne riordinata dal Sella stesso e ampliata, anche con la donazione della sua splendida raccolta privata, fino a raggiungere quasi 18.000 campioni.

Questa collezione passò poi al Politecnico di Torino, in relazione alla trasformazione dell'Istituto Tecnico in Scuola di Applicazione per gli Ingegneri (1859), dalla cui fusione con il Museo Industriale Italiano nel 1906 sorse appunto il Politecnico.

Si può affermare che con il trattato di Mineralogia del Napione e con il catalogo del Borson ha termine quel primo stadio descrittivo, unitario, caratteristico di tutte le Scienze naturali; infatti l'acquisizione di nuove conoscenze sperimentali e di rigorose basi teoriche possono modificare profondamente questa situazione, portando in genere come conseguenza alla suddivisione della disciplina in vari rami tra loro collegati.

Ed è proprio in questo contesto che si inserisce la singolarissima figura di Quintino Sella. Nato a Sella di Mosso, nel Biellese, nel 1827, egli frequentò per quattro anni il corso di matematiche nell'Università di Torino, laureandosi ingegnere idraulico nel 1847, a soli vent'anni. Nominato allievo ingegnere nel R. Corpo delle Miniere, venne inviato, insieme a Felice Giordano, dal Ministro dell'Interno Luigi Des Ambrois a Parigi per seguire un corso triennale di specializzazione presso l'Ecole des Mines. Il soggiorno parigino e i successivi viaggi di studio in Francia, in Germania e in Inghilterra del periodo 1851-1852 sono determinanti per lo sviluppo della carriera scientifica di Quintino Sella. Infatti l'inclinazione agli studi cristallografici, dove egli in seguito portò contributi di fondamentale importanza, fu sicuramente dovuta ai rapporti con H. de Senarmont, professore di Mineralogia a Parigi. Non va inoltre dimenticata l'influenza indiretta di Amedeo Avogadro, che nel 1837 aveva pubblicato a Torino il primo volume della sua opera « Fisica de' corpi ponderabili ossia Trattato della costituzione generale de' corpi », dedicato allo studio dei solidi cristallini, ove, pur non recando contributi originali, in quasi seicento pagine dà un quadro aggiornatissimo e molto chiaro di tutti i campi della

[1] V. Barelli, *Cenni di statistica mineralogica degli Stati di S. M. il Re di Sardegna ovvero Catalogo ragionato della raccolta formatasi presso l'Azienda Generale dell'Interno.* G. Fodratti, Torino, 1835.

Cristallografia, riportando in dettaglio sia le teorie di Haüy che i lavori di Naumann e di Weiss.

Il Sella, tornato a Torino nel 1852, venne nominato professore di Geometria pratica nell'Istituto Tecnico di Torino che nel 1859, grazie anche all'attivo interessamento del Sella, venne trasformato nella Scuola di Applicazione per gli ingegneri.

L'attività scientifica del Sella nel campo della cristallografia e della mineralogia è essenzialmente concentrata negli anni che vanno dal 1854 al 1861; gli studi cristallografici sui minerali, e in particolare sui geminati, e quelli su sostanze artificiali inorganiche ed organiche, quasi tutti pubblicati nelle Memorie dell'Accademia delle Scienze di Torino, hanno come finalità la risoluzione del problema delle relazioni esistenti tra morfologia e struttura dei cristalli e del riconoscimento delle sostanze cristalline mediante la determinazione delle proprietà cristallografiche, morfologiche ed ottiche.

Ma è nelle note di alcuni di questi lavori, moderni per stile e rigore, che il Sella porta dei contributi fondamentali per lo sviluppo della cristallografia teorica mediante l'applicazione della geometria proiettiva e della teoria dei determinanti: per questi studi Quintino Sella è da considerare a pieno diritto uno dei fondatori della cristallografia matematica.

Ma i suoi interessi scientifici si sono proiettati in campi molto più ampi: lo spirito pratico e l'interesse nei riguardi di una divulgazione a livello tecnico-operativo lo spinsero a pubblicare due volumetti, uno sul regolo calcolatore e l'altro sul disegno assonometrico. Inoltre il Sella negli anni dell'insegnamento ricopriva anche la carica di ingegnere delle miniere: si spiega così la sua competenza in campo minerario e geologico, come risulta da alcune sue pubblicazioni; si devono ricordare la sua relazione sul modo di fare la carta geologica d'Italia, la preparazione della carta geologica del Biellese, l'inchiesta sulle condizioni dell'industria mineraria in Sardegna e l'invenzione di una originale cernitrice elettro-magnetica per il trattamento preliminare e la separazione dei minerali.

La rapida carriera politica impedì al Sella di continuare ad occuparsi, se non in modo saltuario, dei suoi studi cristallografici e mineralogici. Tenne infatti la cattedra di Mineralogia alla Scuola di Applicazione per gli ingegneri, cui era stato chiamato nel 1860, soltanto per l'anno accademico 1861-62 e poi correttamente si dimise per i suoi impegni politici: rimangono per fortuna gli appunti delle lezioni di cristallografia in una edizione litografata del 1867 e in una seconda a stampa del 1877; questi testi, adottati in molte sedi universitarie, servirono, per il loro rigore unito alla semplicità dell'esposizione, a sviluppare in Italia una solida cultura cristallografica.

Al momento della morte (1884) era Presidente dell'Accademia dei Lincei, di cui era stato attivissimo rinnovatore.

Se al Sella spetta il grandissimo merito di aver portato, mediante i suoi lavori di Cristallografia matematica, gli studi mineralogici ad un alto livello di rigore scientifico, il merito invece di aver sviluppato in Mineralogia i metodi della chimica analitica e quelli dell'ottica cristallografica, abbinati tra loro, spetta ad un altro illustre Socio di questa Accademia: Alfonso Cossa.

Egli, nato a Milano nel 1833, si laureò in Medicina nell'Università di Pavia ma, avendo particolare predilezione per la chimica, iniziò la sua carriera scientifica come aiuto alla cattedra di Chimica generale di quella Università. Nel 1871 fu nominato direttore della R. Stazione Agraria di Torino e professore di chimica generale e quindi di chimica mineraria presso il R. Museo Industriale di Torino. Nel 1882 ebbe, succedendo ad Ascanio Sobrero, la cattedra di chimica docimastica nella Scuola di Applicazione per gli Ingegneri di Torino, di cui fu direttore dal 1884 fino alla sua morte, avvenuta a Torino nel 1902.

I suoi primi studi sono relativi a problemi di chimica applicata all'agraria e di fisiologia vegetale; ma la parte più importante della produzione scientifica del Cossa riguarda lo studio chimico e microscopico di minerali e rocce: i lavori più significativi sono stati ristampati in un volume dal titolo « Ricerche chimiche e microscopiche su roccie e minerali d'Italia (1875-1880) » edito dalla Stazione Agraria Sperimentale di Torino e stampato da V. Bona, Torino, 1881.

Come membro del Comitato Geologico, ebbe l'incarico di intraprendere lo studio delle rocce italiane per la formazione della carta geologica d'Italia. Fu il primo a comprendere l'importanza di abbinare in questi studi il metodo chimico con quello microscopico: preparò una collezione di sezioni sottili (1800 in piccolo formato, 750 in grande, relative a circa 900 esemplari di rocce) che nel 1881 venne esposta al 2° Congresso geologico internazionale tenutosi a Bologna.

Non vanno infine dimenticati i lavori del Cossa sulla diffusione degli elementi delle terre rare nei minerali: per tutti questi contributi fondamentali può essere considerato l'iniziatore degli studi petrografici e geochimici in Italia.

Molti lavori del Cossa sono pubblicati negli Atti dell'Accademia delle Scienze di Torino, di cui fu Socio dal 1871 e Presidente dal 1901.

Il Cossa si interessò anche a problemi di sintesi di minerali, ad esempio della Sellaite, minerale scoperto dallo Strüver e studiato da Alfonso Sella, figlio di Quintino.

Ed è proprio nel campo di ricerche legate alla minerosintesi che si afferma Giorgio Spezia. Nato a Piedimulera (Val d'Ossola) nel 1842, conseguì la laurea di ingegneria presso la Scuola di Applicazione per gli Ingegneri di Torino nel 1867. Dopo tre anni di tirocinio presso l'Istituto di Mineralogia di questa Scuola sotto la guida dello Strüver, si recò in Germania dove per tre anni frequentò corsi vari a Gottinga e a Berlino.

Al rientro, nel 1873, divenne assistente alla cattedra di Mineralogia dell'Università di Torino, tenuta dal Sismonda. Alla morte di questi, nel 1878, Spezia ne prese il posto che tenne fino alla morte (1912).

Durante il periodo in cui fu Direttore dell'Istituto di Mineralogia ne riordinò l'annesso museo e allestì i laboratori di supporto alla ricerca che ebbe carattere essenzialmente sperimentale. Nell'ambito delle sue ricerche, Spezia ideò e realizzò infatti molte apparecchiature originali delle quali ci resta uno dei due apparati per la sintesi idrotermale di cristalli di quarzo. Le pubblicazioni essenziali che illustrano il conseguimento del primo successo in questo campo nella storia della Mineralogia uscirono sui Rendiconti della Accademia delle Scienze di Torino (1904-06), di cui Spezia fu Socio dal 1884.

Tale successo fu il coronamento di sforzi iniziati da Spezia nel 1895 nell'intento di comprendere sempre più a fondo i meccanismi chimici e fisici che presiedono alla formazione dei minerali in Natura. Il metodo proposto dallo Spezia per la sintesi idrotermale del quarzo consisteva nel creare un gradiente di temperatura in una soluzione di silicato di sodio contenuta in un recipiente d'acciaio tale da sopportare temperature e pressioni relativamente alte; nella zona calda avveniva la dissoluzione di frammenti di quarzo posti in un cestello e in quella fredda si verificava la crescita del monocristallo di quarzo.

Non va dimenticato che il metodo inventato da Spezia venne riscoperto alcuni decenni dopo ed è quello attualmente usato per la sintesi dei cristalli di quarzo utilizzati nelle moderne tecnologie elettroniche.

Il 1912, anno della morte di Giorgio Spezia, rappresenta per lo sviluppo della Mineralogia una svolta cruciale: infatti in quell'anno Laue ed Ewald da una parte e i Bragg dall'altra con le loro fondamentali ricerche sulle interazioni dei raggi X con i cristalli creano i presupposti per la risoluzione delle strutture cristalline. Dopo pochi lustri vengono definite quelle dei principali minerali e negli anni trenta la cristallochimica mineralogica ha già delle basi molto precise. Purtroppo in Italia, per una concomitanza di fattori la cui analisi richiederebbe maggiore spazio, gli Istituti universitari furono esclusi per molto tempo da questo fondamentale sviluppo negli studi mineralogici.

In realtà Torino nel periodo 1913-1922 si trovava in una posizione molto favorevole poiché alla cattedra di Mineralogia dell'Università allo Spezia era succeduto Ferruccio Zambonini, la cui statura scientifica era decisamente superiore a quella dei mineralogisti contemporanei. Nato a Roma nel 1880, aveva conseguito la laurea in Scienze Naturali nel 1903 presso l'Università di Roma ed era stato indirizzato agli studi cristallografici e mineralogici da Strüver e da Alfonso Sella, figlio di Quintino e professore di Fisica in quella Università. Dopo essere stato assistente alla cattedra di Chimica docimastica alla Scuola di Applicazione per gli Ingegneri di Torino (1904) e poi a quella di Mineralogia

dell'Università di Napoli (1906), aveva raggiunto la cattedra di Mineralogia all'Università di Sassari (1909), passando poi (1911) a quella di Palermo e successivamente (1913) a quella di Torino. Nel periodo della sua permanenza a Torino Zambonini pubblica diversi lavori sull'isomorfismo, portando in questo campo della chimica-fisica mineralogica contributi di fondamentale importanza; inoltre, nonostante l'influenza negativa della guerra mondiale sull'attività scientifica, egli riesce ad organizzare una scuola di ottimi ricercatori. Però nel 1923 Zambonini viene chiamato, in seguito a concorso, dalla Facoltà di Scienze dell'Università di Napoli a ricoprire la cattedra di Chimica Generale.

In quello stesso anno gli successe Emilio Repossi, nato a Milano nel 1876, laureato in Scienze Naturali nel 1900 a Pavia, assistente di Mineralogia nel Politecnico di Milano, professore straordinario a Cagliari nel 1920. Grazie alla versatilità dell'ingegno e alla vastità della cultura, la sua attività scientifica fu multiforme, spaziando dalla cristallografia alla mineralogia, alla petrografia fino alla geologia.

La sua preparazione naturalistica lo portò a dedicarsi essenzialmente a ricerche nel campo della petrografia, intesa non come fine a sé stessa, ma quale ausilio valido e sicuro per la soluzione di problemi geologici di interesse generale: vorrei a questo proposito ricordare soltanto l'opera, a mio giudizio più importante, « La bassa Valle della Mera » che rappresenta per quell'epoca una delle più magistrali e vaste illustrazioni petrografiche di una regione delle Alpi.

Purtroppo la produzione scientifica del Repossi nel periodo in cui fu titolare della cattedra di Mineralogia a Torino, dal 1923 al 1931 anno della sua morte, non fu molto ampia, anche in relazione alla carenza di collaboratori e di mezzi; la stessa osservazione è valida per il suo successore, Luigi Colomba, che tenne la cattedra di Mineralogia dal 1931 al 1936, anno del suo collocamento a riposo.

Il Colomba, nato a Torino nel 1866, si era laureato presso questa Università in Chimica (1889); prima assistente dello Spezia, nel 1912 aveva vinto il concorso per la cattedra di Mineralogia dell'Università di Sassari; due anni dopo si era trasferito a Modena, poi a Genova (1923) e infine a Torino, dove fu anche Preside della Facoltà di Scienze dal 1932 al 1936.

La sua attività scientifica si indirizzò principalmente allo studio chimico e cristallografico di diversi minerali di località piemontesi, studio non limitato alla descrizione e determinazione delle varie proprietà, ma sempre accompagnato da osservazioni sulle paragenesi dei minerali al fine di scoprirne i meccanismi di formazione e di alterazione. Tra i lavori del Colomba spiccano quelli sui giacimenti metalliferi di Brosso e di Traversella, studiati sia dal punto di vista mineralogico sia da quello geologico-petrografico, con la descrizione dei

fenomeni di metamorfismo osservati nel massiccio dioritico di Valchiusella e collegati alla genesi di questi giacimenti.

Nel 1836 al Colomba succedette alla cattedra di Mineralogia Massimo Fenoglio, al quale spetta il merito di aver iniziato il superamento della crisi cui si era accennato precedentemente: egli infatti, grazie anche all'attività di due validissimi collaboratori, Edoardo Sanero e Mario Fornaseri, con le sue ricerche cristallografico-roentgenografiche e chimiche riuscì a ridurre la differenza di livello esistente nei confronti dei più qualificati centri di ricerca esteri. Questo processo ebbe una interruzione dovuta alla seconda guerra mondiale, ma in seguito riprese: a conferma stanno i risultati delle ricerche che si sono sviluppate negli ultimi decenni presso l'Istituto di Mineralogia dell'Università di Torino non solo nel campo della risoluzione della struttura di minerali, ma anche in quelli della nucleazione e della crescita dei cristalli, delle sintesi di feldspati per lo studio cristallochimico di questo gruppo e delle transizioni di fase in funzione delle condizioni termodinamiche.

E queste ricerche rappresentano un ideale collegamento con i lavori di mineralogia sperimentale di Giorgio Spezia, cui l'Istituto di Mineralogia dell'Università di Torino è dedicato.

Valdo Mazzi

IL CONTRIBUTO DELL'ACCADEMIA ALLO SVILUPPO DELLE SCIENZE BIOLOGICHE ANIMALI

Nella relazione che mi è stata affidata ho tentato di seguire lo sviluppo delle conoscenze e delle idee che maturarono nelle aule di questa gloriosa istituzione, con specifico riferimento alla Zoologia, all'Anatomia comparata, alla Fisiologia e alla Genetica, non all'Anatomia umana e alla Medicina, cui ha fatto cenno Guido Filogamo nella relazione sui rapporti fra Accademia delle Scienze e Accademia di medicina.

Poiché mi è sembrato che un'analisi sistematica dei contributi nei diversi campi delle scienze biologiche sarebbe, forse, risultata infine tediosa, ho preferito prendere in esame soltanto i contributi dei Soci che affidarono almeno una parte dei risultati delle loro ricerche alle Memorie e agli Atti dell'Accademia. Il loro numero è stato, come vedremo, assai esiguo, anche se l'Accademia fu molto attenta ai progressi delle Scienze biologiche eleggendo personalità illustri, italiane e straniere, che lasciarono traccia profonda nella storia della Biologia, senza, tuttavia, partecipare alle attività scientifiche dell'Accademia. D'altro canto, l'inizio, a cavallo dei due secoli, della pubblicazione di riviste locali, come il Bollettino dei Musei di Zoologia e di Anatomia comparata dell'Università di Torino, e nazionali (fra le più antiche ricordo il Monitore Zoologico e l'Archivio italiano di Anatomia e Embriologia) certamente contribuirono a diradare i rapporti fra i biologi e l'Accademia, se è vero che molti dei Soci che in questo secolo furono eletti in seno alla classe di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali trascurarono di affidare i risultati delle proprie ricerche alle pubblicazioni di questa Istituzione.

Ai primi dell'800 nel campo della Zoologia la ricerca consisteva prevalentemente nella descrizione di collezioni private e di quelle appartenenti ai musei di Scienze naturali dell'Accademia e dell'Università. I musei, per editto di Napoleone I, vennero poi attribuiti nel 1805 all'Università, pur rimanendo fisicamente nei locali dell'Accademia fino al 1878, quando vennero trasferiti in Palazzo Carignano.

Fra questi antichi studiosi un posto preminente acquistò Michele Spirito

Giorna (1741-1809), professore di Zoologia e di Anatomia Comparata dell'Università e ispettore dei Musei riuniti dell'Accademia e dell'Università, del quale si ricordano alcuni pregevoli lavori sia di Zoologia generale che di Zoologia del Piemonte [1].

Ben altra statura scientifica è quella del successore di Giorna alla cattedra di Zoologia dell'Università di Torino, Franco Andrea Bonelli (1784-1830) che fu anche sottodirettore e poi direttore del Museo di Storia naturale, di cui curò la sistemazione e l'ampliamento, saggiamente utilizzando le somme messe a disposizione da Vittorio Emanuele I e da Carlo Felice e compilando di sua mano un voluminoso catalogo degli oggetti del museo.

Già in giovane età si dedicò alla raccolta di materiale faunistico dei dintorni di Torino la cui analisi fu oggetto, nel 1807, della memoria *Specimen faunae subalpinae* e delle « Osservazioni entomologiche », in due parti, pubblicate nel 1809 e nel 1813 nelle Memorie dell'Accademia. Queste ricerche entomologiche valsero al Bonelli larga fama e la stima di Cuvier che, durante una sua visita a Torino, non solo appoggiò la nomina di Bonelli alla cattedra di Zoologia (avvenuta con patente del Gran Maestro delle Università dell'Impero il 15 marzo 1811), ma lo invitò anche a recarsi a Parigi. Qui egli attese alle lezioni di Dumeril, Geoffroy Saint-Hilaire, Blainville, fece la conoscenza di Humboldt e frequentò Lamark, il quale, come Bonelli scrive al fratello, « avendomi trovato partigiano di alcune sue idee mi si affezionò particolarmente e mi istruisce sopra molte cose e mi accorda grandi facilità per istudiare gli animali invertebrati ». Senza dubbio le idee lamarkiane sulla trasformazione delle specie animali esercitarono, come ricorda Camerano, una influenza notevole sulla mente del Bonelli che sviluppò queste idee dalla cattedra nei primi anni del suo magistero, affidandole ad appunti e a riflessioni rimaste inedite, ma la cui pubblicazione fu, almeno in parte, successivamente curata per le Memorie dell'Accademia da Lorenzo Camerano.

Con la restaurazione del 1814 il Bonelli attenuò la sua posizione, tanto da rinunciare, il 15 marzo 1817, a leggere ai soci di questa Accademia, con la scusa della « mancanza di tempo », una memoria dal titolo « Saggio di alcune ricerche intorno all'influenza che le diverse circostanze esercitano sugli animali, dirette al perfezionamento dei mezzi di migliorare le razze degli animali domestici », in cui sono chiaramente esposte numerose delle sue idee di filosofia naturale fra cui quella che la variabilità naturale degli animali sarebbe dovuta non solo alle condizioni dell'ambiente esterno, ma anche a cause interne. Polifiletista convinto e profondamente religioso, negli ultimi anni della sua

[1] M. Vassalli-Eandi, *Eloge historique de M. Giorna*, Memorie R. Accad. Sci. XVIII, CXXXII-CXLIII (1811).

vita Bonelli sentì la necessità di conciliare i fatti scientifici con la Genesi [2, 3, 4, 5, 6].

Le idee lamarkiane non trovarono consenso nel successore di Bonelli alla cattedra di Zoologia, Giuseppe Gené (1800-1847) [7] indubbiamente eccellente naturalista, valente entomologo, erpetologo e mammologo. Autore di una « Storia naturale degli animali » in due volumi, Gené molto contribuì ad accrescere le collezioni del Museo e si dedicò alla loro classificazione. Fervente assertore delle idee di Cuvier « disprezzava i concetti evoluzionistici e trasformistici » e della teoria evoluzionistica diceva che « ebbe tanta vita quanta ne ebbero le violente commozioni politiche che la portarono e disparve con il quietarsi e il rinsavirsi delle menti » [8].

Al Gené, scomparso prematuramente come il Bonelli, succedette, alla cattedra di Zoologia di Torino, Filippo de Filippi (1814-1867) [3, 9, 10] che non eccelse tanto, come i suoi predecessori, nel campo dell'entomologia, quanto in quello dell'Anatomia comparata. Dedicatosi in un primo tempo alle ricerche geomineralogiche, spostò poi i suoi interessi nel campo dell'Anatomia comparata e della Zoologia distinguendosi in modo particolare per le ricerche istologiche e embriologiche fra le quali, di notevole valore, quelle attinenti ai pesci e ai trematodi. Numerosi furono i suoi contributi anche alla sistematica dei pesci e dei vertebrati in genere, in cui mostrò particolare predilezione per l'elaborazione dei nuovi sistemi di classificazione, facendo largo uso dei dati embriologici. Per la fama acquisita fu chiamato a far parte di una commissione che presentò alla quarta riunione degli scienziati italiani in Padova (1842) una relazione sul primo abbozzo della proposta di Strikland sulla nomenclatura, in cui rivelò un'acuta sensibilità per il problema dei rapporti fra nomenclatura e sistemi di classificazione. Problema sul quale tornò più volte, facendosi infine

(2) G. Gené, *Elogio storico di Franco Andrea Bonelli Accademico - professore torinese,* Memorie R. Accad. Sci., Torino, 37, 126-151 (1834).

(3) M. Lessona, *Naturalisti italiani,* Casa Editrice Sommaruga, Roma, pp. 1-239 (1884).

(4) G. Cossavella, *Franco Andrea Bonelli,* Genova, C. Mazzo & Comp., pp. 1-43 (1885).

(5) C. Sibilia, *Franco Andrea Bonelli,* in « Gli scienziati italiani », vol. II, pp. 1-6, Roma, Casa Editrice Leonardo da Vinci (1926).

(6) S. Sibilia, *Franco Andrea Bonelli naturalista italiano,* Subalpina, Cuneo, n. 11-12, pp. 5-16 (1928).

(7) E. Sismonda, *Notizie biografiche del Cavaliere Giuseppe Gené,* Memorie R. Accad. Sci. Torino, 52, 14, pp. 1-19 (1847).

(8) L. Camerano, *Franco Andrea Bonelli e i suoi concetti evoluzionistici (1812-1830),* Memorie R. Accad. Sci. Torino, s. 2, 60, 409-476 (1909).

(9) M. Lessona, *Filippo de Filippi,* Nuova Antologia, dicembre 1867, pp. 1-30.

(10) J. Moleschott, *Commemorazione di Filippo de Filippi,* Atti, R. Accad. Sci. Torino, 2, 431-453 (1867).

promotore di una tesi di compromesso fra creazionismo e variabilità lamarkiana ([11]).

Nelle discussioni sul problema della specie che animarono l'ambiente biologico italiano negli anni che precedettero la pubblicazione della darwiniana « Origine della specie », si distinse un altro illustre socio di questa Accademia, Carlo Luciano Bonaparte, principe di Musignano e di Canino, che meritò larga fama come entomologo e ittiologo e che, senza dubbio, fu il maggiore ornitologo italiano della prima metà del XIX secolo ([12]). Bonaparte, severo critico di alcune almeno delle proposizioni di Cuvier, rigettò l'ipotesi della fissità della specie come « semplicemente assurda » e finì per accettare « ... l'idea di una variabilità della specie, limitata nel corso delle ere geologiche ma pressoché illimitata nell'arco dell'intera vita della terra » ([13]).

La pubblicazione della *Origin of species* di Charles Darwin, avvenuta nel 1859, non tardò a far sentire i suoi effetti innovatori anche negli ambienti scientifici e colti italiani. Parte del merito di aver contribuito alla diffusione e alla difesa delle idee darwiniane va ancora attribuita a Filippo de Filippi, che a queste idee si convertì gradualmente dopo un tormentato travaglio spirituale. Seguace dapprima delle idee fissiste e creazionistiche del Cuvier, aveva già attenuato le proprie convinzioni durante la stesura del « Diluvio noetico » in cui « ... l'autore viene alla conclusione... che l'uomo sia sulla terra più antico di quello che danno a credere le teorie di Cuvier e che abbia contemporaneamente vissuto ad alcune delle grosse specie di mammiferi da innumerabile tempo scomparse » ([9]). Come ricorda il suo biografo Michele Lessona, il de Filippi « ... anche quando si mostrava più dubbioso nell'accogliere la teoria della trasformazione delle specie, sempre stava studiando la questione...; alla perfine l'accolse pienamente e siccome quegli che una volta accettata l'idea faceva ogni sforzo per trasfonderla negli altri, imprese a lavorare in questo senso ». E così, tre anni dopo la pubblicazione dell'« Origine delle specie » e a conoscenza dell'opera di Huxley « Il posto dell'uomo nella natura » (1863), l'11 gennaio 1864 teneva a Torino la lezione « L'uomo e le scimie », in cui (sono ancora parole di Lessona) « ... egli consacrò il primo tratto del suo tempo a parlare con elogio della teoria darwiniana; poi molto a lungo espose l'affinità tra le scimie e l'uomo, dimostrando come tutti i caratteri anatomici differenziali messi in campo dai vari autori non abbiano il valore che loro si è voluto attribuire, poi finalmente disse della differenza immensa fra le scimie e

([11]) G. PANCALDI, *Un linguaggio per la zoologia*, in « I Congressi degli scienziati italiani nell'età del positivismo » (a cura di G. Pancaldi), Editrice CLUEB, Bologna, pp. 135-152 (1983).

([12]) A. GOIDANICH, *Uomini, storie e insetti italiani nella scienza del passato*, p. I, Redia, 571-609 (1975).

([13]) G. PANCALDI, *Darwin in Italia*, Il Mulino, Bologna, pp. 1-294 (1963).

l'uomo pel riguardo delle facoltà intellettuali, del senso religioso, della speciale missione ». De Filippi, uomo sinceramente religioso e credente che sempre aveva sostenuto la ragionevolezza di costruire un regno umano contrapposto al regno animale « ... dava tutta l'importanza della sua mente a questa conclusione... il publico ai precedenti ». Di qui lo scalpore sollevato da questa conferenza che indubbiamente segna l'inizio della penetrazione delle idee darwiniane nel mondo scientifico e colto italiano che, nello stesso anno 1864, ebbe l'opportunità di conoscere direttamente « L'origine delle specie per selezione naturale » nella traduzione della terza edizione inglese curata da Giovanni Canestrini e Leonardo Salimbeni ([14]).

All'opera di diffusione e volgarizzazione della teoria darwiniana in Italia si dedicò con grande vigore il successore di de Filippi alla cattedra di Zoologia dell'Università di Torino, Michele Lessona (1823-1895), figura singolare di medico, scienziato, letterato, filantropo, uomo di vastissima cultura, scrittore brillante e arguto, collaboratore assiduo di numerosi giornali e riviste ([15, 16]).

L'opera scientifica di Michele Lessona verte principalmente sullo studio delle faune locali, condotto con spirito naturalistico, e su quello dei costumi degli animali. Si occupò anche dei fenomeni rigenerativi nei vertebrati, in cui per primo notò che « ... rigenerano certe parti [che] in quegli animali possono perdere ». Ma il merito di Lessona va ricercato prevalentemente nell'aver creato una scuola validissima a cui si formarono numerosi e valorosi discepoli e nella indefessa e illuminata opera di divulgazione scientifica, in particolare delle idee darwiniane. « Il Lessona – scriveva Canestrini nel 1894 – fu da noi tra i primi ad accogliere con entusiasmo la teoria di Darwin, a comprenderne l'alto valore, a farla conoscere nella scuola, ad applicarla e a propugnarla nei suoi scritti, a diffonderla colle traduzioni ... Il Lessona occupa un posto eminente nella schiera degli uomini benemeriti del progresso della dottrina evolutiva presso di noi ». Certamente egli ebbe gran parte nel maturare la decisione, presa dall'Accademia il 28 dicembre 1879, di conferire a Charles Darwin il premio Bressa.

Se Michele Lessona svolse un'opera altamente meritoria di divulgazione delle teorie darwiniane, al suo successore alla cattedra di Zoologia di Torino, l'allievo e poi genero Lorenzo Camerano (1856-1917), deve « ... essere ricono-

([14]) G. Giacobini e G. L. Panattoni (a cura di), *Il darwinismo in Italia*, testi di F. de Filippi, M. Lessona, P. Mantegazza e G. Canestrini, pp. 1-128, Utet, Torino (edizione fuori commercio) (1983).

([15]) L. Camerano, *Michele Lessona. Notizie biografiche e bibliografiche*, Boll. Musei Zool. Anat. Comp. Univ. Torino, n. 188, pp. 1-72 (1894).

([16]) L. Camerano, *La vita scientifica di Michele Lessona*, Memorie R. Accad. Sci. Torino, s. 2, 45, 331-338 (1896).

sciuta un'opera più profonda di inserimento della ricerca zoologica nel quadro evoluzionistico » ([17]).

Camerano ([18]) fu uomo di grande laboriosità, di vasta cultura e di multiformi interessi (fu buon musicista e valente pittore), zoologo completo che « ... vide e studiò gli animali sotto tutti gli aspetti, sistematico, anatomico, fisiologico e biologico, abbracciando e comprendendo tutti i più complessi fenomeni della vita in un quadro armonico e completo » L'attività scientifica non andò disgiunta dalla cura del Museo che, sotto la sua direzione, subì un incremento notevolissimo anche perché la sua forte personalità sollecitò la donazione di numerose e preziose collezioni private. L'operosità scientifica, veramente eccezionale, è testimoniata da un *corpus* di oltre 300 pubblicazioni, stampate in buon numero dall'Accademia. Egli dimostrò una rara padronanza in campi spesso fra loro molto distanti delle scienze biologiche, intese nel senso più ampio, quali l'entomologia, l'erpetologia (in cui ha lasciato traccia profonda), l'elmintologia (fu specialista dei gordiacei a cui dedicò numerose ricerche tendenti a sciogliere l'enigma della loro affinità con altri elminti), la mammologia, la storia della scienza, indagando su l'opera e il pensiero di naturalisti italiani del primo 800 che lo portarono, fra l'altro, a scoprire e a pubblicare in parte i manoscritti del Bonelli ([8]), come ho già accennato. Una gran mole di lavoro Camerano dedicò poi al tentativo, per lunghi anni perseguito, di risolvere il problema relativo alla delimitazione di specie controverse con i metodi statistico-biometrici che egli applicò per studiare le variazioni di anfibi, rettili e mammiferi giungendo a conclusioni interessanti. Evoluzionista convinto, fu tra i primi in Italia a dare una impostazione evoluzionistica alle ricerche zoologiche, tenendo in particolare considerazione il problema delle specie che infine giunse a considerare non più come costruzione della nostra mente fatta per necessità classificatorie, ma come entità reale « ... lavorando anche assiduamente per decidere (applicando appunto il metodo biometrico-statistico) fino a che punto le specie naturali corrispondono alle specie sistematiche » ([19]).

Un altro notevole merito attribuibile al Camerano, ma a lungo passato sotto silenzio e solo recentemente messo in rilievo da Montalenti, fu quello di aver introdotto nel suo lavoro « Dell'equilibrio dei viventi mercé la reciproca distribuzione » pubblicato negli Atti di questa Accademia nel 1879 ([20]) nell'atmosfera creata dal darwinismo, il concetto e il termine di equilibrio biologico,

([17]) G. Montalenti, *L'evoluzionismo negli entomologi piemontesi dell'800*, Atti XIII Congr. Naz. It. Ent. Sestriere, Torino, pp. 15-28 (1983).

([18]) D. Rosa, *Lorenzo Camerano*, Annuario R. Univ. Torino, pp. 275-278 (1919-1920).

([19]) D. Rosa, *L'opera scientifica di Lorenzo Camerano.*

([20]) L. Camerano, *Dell'equilibrio dei viventi mercé la reciproca distruzione.* Atti R. Accad. Sci. Torino, 15, 393-414 (1879).

equilibrio dinamico e non statico né stazionario, come fino ad allora si riteneva. Montalenti ricorda anche che in una delle tavole dello stesso lavoro, Camerano disegnò « ... la curva sinusoidale che si svolge intorno alla retta, rappresentante la condizione equilibrio, curva che sarà studiata e matematicamente espressa nella famosa memoria di Vito Volterra del 1926... » ([17]).

Camerano ebbe nei confronti delle teorie evoluzionistiche un atteggiamento sereno e obiettivo: per esempio attribuiva la comparsa dei caratteri sessuali secondari alla scelta naturale più che a quella sessuale, come ammetteva Darwin, e non fu indifferente alle nuove teorie evoluzionistiche che a cavallo dei due secoli furono in contrapposizione a quella darwiniana e di cui fu fervente sostenitore un altro eminente zoologo, socio di questa Accademia, Daniele Rosa, il cui nome resta legato a una teoria, quella dell'ologenesi, sulla quale merita spendere qualche parola.

Anche Daniele Rosa (1857-1943) si formò in quel grande centro di studi zoologici che fu l'Istituto e Museo di Zoologia di Torino. Uomo austero, schivo, solitario, di larga e varia cultura filosofica e letteraria, iniziò la carriera scientifica dedicandosi alla sistematica prima degli oligocheti, poi dei policheti, rivelando particolari doti di ricercatore attento e scrupoloso per il quale, come sottolinea il suo biografo Giuseppe Colosi ([21]), « ... la sistematica costituiva la base necessaria e indispensabile per ogni ragionamento sulla genesi e la parentela degli organismi; e ben si comprende quanto siano giovate al Rosa le abitudini mentali contratte nel corso di tali studi... », ai quali seguirono ricerche di indole morfologica e istologica su alcune strutture degli anellidi, altre sulla classificazione dei « vermi », altre ancora su un importante problema che interessa ad un tempo la morfologia filogenetica, l'embriologia e la sistematica, quello relativo al destino del blastoporo, e il lavoro critico sull'orientamento dei primi stadi embrionali dei cordati. Ma senza dubbio, l'opera capitale del Rosa — che, ricordiamo per inciso, contribuì alla conoscenza di Heckel con varie traduzioni — è la teoria dell'Ologenesi ([22]).

Cosa sostiene Rosa in questa teoria, poligenetica e monofiletica in senso assoluto, secondo cui il decorso dell'evoluzione sarebbe regolato da fattori interni? Concetto fondamentale di questa teoria è che, come in una cellula uovo sono presenti tutti i differenziamenti che verranno in luce dopo lo sviluppo embrionale e che condurranno alla formazione dell'adulto, nel primo o nei primi esseri viventi, precellulari, formatisi in miriadi di individui nei mari, fosse preordinato ogni sviluppo evolutivo come conseguenza della loro costitu-

([21]) G. Colosi, *L'opera di Daniele Rosa e la dottrina dell'evoluzione*, Memorie R. Accad. Sci. Torino, s. 3, 4, 329-368 (1961).

([22]) D. Rosa, *Ologenesi - Nuova teoria dell'evoluzione e della distribuzione geografica dei viventi*, Firenze (1918).

zione e che in essi fossero implicite le svariatissime specie animali e vegetali che si realizzarono attraverso le ere geologiche fino a tutt'oggi. Le circostanze esterne non potrebbero far variare il decorso dell'evoluzione, ma soltanto spengere quei rami evolutivi che si rivelino inadatti a vivere in un determinato ambiente.

Ogni tentativo di valutazione della teoria dell'Ologenesi, da alcuni giudicata « un grande edificio teorico » da altri « una mera curiosità scientifica di cui non vale nemmeno la pena di parlare », è impossibile in questa sede. Gioverà tuttavia, ricordare « ... che uno dei suoi princìpi fondamentali, quello della dicotomia e della dissimmetria dei *phyla* gemelli, con il ramo precoce con scarse prospettive filogenetiche e quello tardivo ricco di possibilità, è stato integralmente accolto da alcuni sistematici moderni (classificazione cladistica di Henning) che, d'altra parte, i sostenitori dell'evoluzione per cause interne hanno tavolta scoperto e spesso posto nella luce corretta alcune regolarità innegabili della macroevoluzione e della distribuzione geografica e storica dei viventi » ([23]).

Fra i sostenitori dell'Ologenesi si iscrive un altro illustre socio di questa Accademia, Giuseppe Colosi (1892-1975) che di Daniele Rosa fu allievo.

Come ricordano Baccetti e Omodeo ([24]), Giuseppe Colosi fu un insolito tipo di zoologo. « ... Per la straordinaria erudizione (era dotato di prodigiosa memoria) e per il gusto di approfondire le tematiche più astratte e controverse, sembra collocarsi nella zoologia del tardo 800. Come polemista vigile e aggressivo fino all'età più avanzata, elegante e raffinato nello stile, rammenta invece gli scrittori di *panphlets* del 700. Ma per l'inesorabile critica esercitata, a ragione o a torto, contro tutte le posizioni culturali affermate... precorre l'inquietudine spirituale dei giorni nostri ».

Due grandi maestri esercitarono senza dubbio una profonda influenza sul giovane Colosi: Giglio-Tos, a cui con tutta probabilità « ... deve la stretta osservanza meccanicista, sempre rivendicata, il gusto precoce per lo studio dei grandi problemi biologici e, più probabilmente, lo spunto iniziale per certe idee di ecologia di cui tratterà nell'età più matura... » ([23]); e Daniele Rosa. Con quest'ultimo Colosi rimase per non più di quattro anni, tuttavia sufficienti per convincerlo ad abbracciare la teoria dell'Ologenesi, cui apporterà importanti contributi, e per avviare, come sottolinea ancora il Pardi, « ... un processo che gli psicologi direbbero di identificazione: non solo la teoria del maestro... diventa la sua, ma si fa pur lentamente assai simile persino lo stile di vita ».

([23]) L. Pardi, *Giuseppe Colosi*, Accademia Nazionale dei Lincei, Celebrazioni Lincee, 109, pp. 1-17 (1977).

([24]) B. Baccetti e P. Omodeo, *In memoria dell'accademico onorario G. Colosi*, Atti Accad. Fisiocritici, Siena, s. 14, 9, 1-16 (1977).

Ma è tempo oramai di ricordare sia pure brevemente gli importanti contributi di Giuseppe Colosi alle scienze biologiche, il cui divenire fu in parte condizionato dal progressivo declino delle facoltà visive compromesse da una grave congiuntivite contratta in gioventù. Come tutti gli zoologi di quel periodo, il Colosi iniziò l'attività scientifica con ricerche sistematiche, in particolare sui gasteropodi e sui crostacei, in cui manifestò subito la propensione ad affrontare problemi teorici della biologia. Già nel 1917 si dedicava all'analisi dei rapporti fra le diverse faune marine e dei parallelismi morfologici in cui « ... vede l'espressione di un meccanismo che regola, per cause interne, anche la produzione di strutture analoghe in gruppi sistematicamente lontani, quindi la realizzazione stessa delle forme organiche » ([23]).

Enuncia poi un principio di morfologia generale, quello della regolarizzazione della simmetria nell'ontogenesi e nella filogenesi e formula la legge della costanza del *medium* respiratorio, secondo la quale gli organismi, in qualsiasi ambiente vivano, utilizzano soltanto ossigeno disciolto nell'acqua e giunge alla conclusione che tutti gli organismi animali nei dispositivi strutturali con i quali prendono rapporto con il mondo esterno rivelano la loro origine acquatica e marina.

Con il 1933 inizia e prosegue poi senza sosta l'attività come estensore di opere generali, quali la « Fauna italiana », impostata in termini di congruenza fra fauna e ambiente, imbevuta di un profondo senso naturalistico e scritta con quello stile chiaro, elegante e persuasivo che ritroviamo anche nelle successive opere di elevata divulgazione: « Organismi e vita », « La dottrina dell'evoluzione », « Gli organismi e il mondo esterno ». Nel 1945 dà alle stampe la sua opera maggiore, quel trattato di « Zoologia e Biologia generale » in cui le vedute personali dell'autore e la sua originale elaborazione dei dati della letteratura sono evidenti in ogni pagina e in cui il Colosi dà prova di una immensa erudizione, di precisione estrema e minuziosa, del gusto di infrangere gli schemi consueti. Questo trattato è altamente pregevole dal punto di vista didattico e rappresenta tuttora una ottima fonte di consultazione e di esatto riferimento per il docente.

A questa Accademia il Colosi presenterà nel 1961 l'ultima sua memoria impegnativa dedicata all'opera e alla vita di Daniele Rosa ([21]).

Testimone del fermento di opere e di idee che animò la vita dell'Accademia e della Zoologia torinese, fu, per più di mezzo secolo, il conte Tommaso Salvadori, il più eminente degli ornitologi italiani, dapprima assistente poi vicedirettore del Museo di Zoologia fino al 1922, un anno prima della morte che lo colse, ancora attivo, all'età di 88 anni. Il Salvadori (1835-1923) si dedicò, durante una operosa vita scientifica protrattasi per quasi dodici lustri, esclusivamente alle ricerche ornitologiche, iniziate nel 1864 con la pubblicazio-

ne delle osservazioni sulla fauna ornitica della Sardegna, nelle quali l'autore palesò subito tutte le qualità di un naturalista di primissimo ordine. Nella sua vastissima produzione scientifica, in buona parte affidata alle Memorie e agli Atti dell'Accademia, spiccano le pubblicazioni attinenti alla fauna ornitica italiana, frutto in buona parte del lavoro sul campo, e in cui sono contenute preziose informazioni sui costumi, sulla distribuzione, sulle migrazioni delle diverse specie; e, in particolare, quelle attinenti alle faune esotiche del Borneo, della Papuasia, delle Molucche e delle Indie orientali, della Birmania, dell'Africa Orientale e dell'America del Sud. Il Salvadori si occupò anche della revisione di interi ordini, pubblicata in tre volumi del « Catalogue of the birds of the British Museum ».

Anche se tutta la sua produzione verte esclusivamente sugli uccelli, Salvadori non deve essere considerato un puro sistematico, avendo egli portato importanti contributi ecologici e in particolare biogeografici. Infatti nelle sue pubblicazioni ha fornito, non solo innumerevoli dati sull'area di distribuzione delle singole specie e dei singoli gruppi, ma ha anche trattato con grande acume argomenti biogeografici più ampi, segnatamente nelle pubblicazioni sulla fauna italiana e su quelle del Borneo e della Papuasia.

Per dare un'idea della rilevanza dell'opera del Salvadori basterà ricordare che egli descrisse ben 490 nuove specie (con 27 generi nuovi) e che provvide a quadruplicare il numero di esemplari del museo di Zoologia (da poco più di 5000 a oltre 21000 nel 1914) appartenenti a circa 7000 specie ([25, 26]).

Con la morte di Camerano, il ritorno a Modena nel 1919, dopo la breve permanenza alla cattedra di Zoologia di Torino, di Rosa e la partenza per Padova di Colosi, avvenuta poco dopo (1924), i rapporti dei biologi con l'Accademia praticamente si interruppero. Infatti dei successori di Rosa alla cattedra di Zoologia, che pure furono Soci dell'Accademia, Umberto Pierantoni rimase a Torino soltanto pochi anni; Alceste Arcangeli, che fu grande sistematico degli isopodi e fra i primi zoologi che compresero appieno il significato rinnovatore della ricerca genetica inserendosi nelle correnti di ricerca del suo tempo; Guido Bacci, immaturamente scomparso pochi mesi dopo la nomina a Socio, praticamente non contribuirono alle attività dell'Accademia, come del resto, fra gli altri, i Soci corrispondenti Scortecci, Remotti, Buzzati-Traverso.

Appare quindi evidente che l'Accademia prese parte attiva ai progressi della Zoologia nel periodo di poco più di un secolo che va, grosso modo, dal 1810 al 1920. E a maggior ragione lo stesso vale per la Fisiologia.

Se nei primi 50 anni del passato secolo la Zoologia fu scienza prevalente-

([25]) V. Pierantoni, *Tommaso Salvadori*, Boll. Musei Zool. Anat. Comp. Univ. Torino, N. S. 15, 39, 1-23 (1924).

([26]) D. Rosa, *Tommaso Salvadori*, Atti R. Accad. Sci. Torino, 61, 53-60 (1926).

mente descrittiva, la Fisiologia si affermò già come scienza eminentemente sperimentale che applica le tecniche, le metodologie e i concetti elaborati dalla fisica e dalla chimica. È in questo secolo che viene largamente impiegato il metodo grafico per la registrazione dei fenomeni e che inizia lo studio dei composti e delle reazioni chimiche peculiari degli esseri viventi (chimica fisiologica) e che hanno inizio, legate allo studio quantitativo degli organi di senso, la psicofisica e la biofisica.

Il primo secolo di attività dell'Accademia delle Scienze di Torino (1783-1883) grosso modo coincidente con questo periodo così alacre di ricerche e fecondo di risultati, non rappresenta a sufficienza, nei contributi e nelle memorie dei soci, questo stato di cose. Le eccezioni sono essenzialmente due. Gian Francesco Cigna (1734-1790), uno dei fondatori, con il conte di Saluzzo e il matematico Lagrange, dell'Accademia stessa, lasciò interessanti contributi sulla respirazione e sul sangue (*De colore sanguinis experimenta nonnulla; De respiratione*); e il medico olandese Jacob Moleschott (1822-1893). Quest'ultimo fu insegnante prima a Utrecht (fino al 1854) e poi per le polemiche generate dalle sue convinzioni rigorosamente materialiste dei fenomeni « vitali » (vedi l'opera « Des Kreislauf des Lebens », del 1852, tradotta a cura di C. Lombroso nel 1870), professore di Fisiologia nelle sedi più ospitali e tolleranti di Zurigo, Torino e Roma, Moleschott confidò agli Atti e alle Memorie dell'Accademia una serie di importanti lavori sull'influenza del midollo spinale e del midollo allungato sul polso; e soprattutto sull'azione del nervo vago sul cuore. [Ricordiamo che la scoperta dell'effetto inibitore sulla frequenza cardiaca della stimolazione del tronco periferico del vago è dovuta ai fratelli Wilhelm Eduard (1804-1891) e Eduard Friedrich Wilhelm Weber (1805-1877)].

Altri due grandi fisiologi, Angelo Mosso e Amedeo Herlitzka, pur avendo confidato solo un modesto numero delle loro memorabili ricerche alle pubblicazioni dell'Accademia, in notevole misura contribuirono ad accrescere la fama di questa Istituzione e della scuola fisiologica torinese.

Angelo Mosso (1846-1910) ([27]) — che ebbe anche il merito di avere creato una valida scuola di ricercatori e di avere ideato importanti apparecchi quali l'ergografo, il platismografo e il lettino a bilancia — rimane famoso per le sue ricerche sulla respirazione, culminate con la formulazione della teoria dell'« acapnia », frutto del cospicuo lavoro sulla fisiologia dell'uomo in alta quota (attinente anche alla capacità lavorativa); sulla circolazione, sulla motilità dell'esofago e della vescica. Mosso fu anche un efficace divulgatore e rese noti, con chiara prosa e in modo semplice e comprensibile a tutti, i più importanti princìpi che governano la fisiologia.

([27]) P. Foa, *Angelo Mosso*, Atti R. Accad. Sci. Torino, 46, 701-725 (1911).

La produzione scientifica di Amedeo Herlitzka (1872-1949) ([28]), che di Mosso fu allievo e poi titolare della Cattedra di Fisiologia di questa Università, spazia dall'embriologia sperimentale (per primo infatti Egli confermò, in un vertebrato, i risultati dell'esperienza condotta da Driesch sul riccio di mare, ottenendo lo sviluppo completo di due embrioni in seguito alla separazione dei due blastomeri derivati dalla prima segmentazione dell'uovo), alla fisicochimica (autodigestione della pepsina; carattere additivo dell'indice di rifrazione; illustrazione di un metodo per la determinazione della tensione superficiale dei liquidi biologici); all'estesiofisiologia (psicofisiologia della visione; base fisicochimica dei sapori); all'elettrofisiologia (correnti di riposo e di demarcazione); alle misure termoelettriche (produzione di calore nel midollo spinale durante l'attività riflessa). Pionieristiche le Sue ricerche, risalenti al 1908, sulle differenze funzionali degli emisferi cerebrali nell'uomo e quelle sui trapianti e gli organi isolati. Herlitzka si distinse anche nella Fisiologia applicata potenziando l'Istituto di Fisiologia per l'alta Montagna al Col d'Olen, creando una Stazione sanitaria marittima a S. Bartolomeo presso Trieste e dedicandosi a ricerche anticipatrici di Medicina Areonautica, sugli aggressivi chimici e sul lavoro subacqueo.

([28]) U. Lombroso, *Commemorazione del Socio Amedeo Herlitzka*, Rend. Sc. fis. mat. nat. Accad. Licei, X, 69-79, 1951.

Arturo Ceruti

CONTRIBUTO DELL'ACCADEMIA ALL'AVANZAMENTO DELLA BIOLOGIA VEGETALE

L'Accademia delle Scienze di Torino ha senza dubbio promosso l'avanzamento della scienza botanica, specialmente nel primo secolo della sua vita. In seguito incominciarono a comparire numerose riviste specializzate, e molti AA., anche membri dell'Accademia, spesso si rivolsero ad esse perché più ampiamente diffuse e di più facile consultazione da parte degli specialisti. Quindi prenderò in considerazione in modo speciale questo primo periodo che diede risultati già vagliati dalla storia. Non farò una raccolta di elogi funebri, ma una storia di concetti che si svilupparono nel sapere botanico. Infatti sono convinto che il passato non è natura morta, ma è sostanza di base su cui si appoggia la scienza attuale, e la Storia ha una grande funzione nello sviluppo del Sapere.

La nostra scienza botanica non è mai stata una scienza esatta e nel primo secolo fu una scienza esclusivamente descrittiva, ornata di pensieri filosofici e di eleganza latina.

In questo breve contributo storico non rinuncerò alle mie proprie opinioni e cercherò di compiere un sincero ripensamento critico, con tutti gli errori di valutazione che potrò compiere, senza considerare gli AA di cui parlerò come uomini fuori del comune; e invito i miei ascoltatori di non fidarsi troppo dei miei giudizi, altre persone più capaci potrebbero esprimere giudizi ben diversi.

I nostri AA furono figli del loro tempo e batterono il sentiero della coltura del tempo; non vi furono Malpighi, Hales, Darwin. Uno solo è eccezionale: il Senebier.

I nostri Autori stilavano descrizioni minuziose e complete per i caratteri morfologici macroscopici, portando notevoli contributi alla conoscenza delle specie e delle flore non solo del Piemonte e d'Italia, ma anche esotiche. A svolgere lavori di tale precisione era necessaria un'attenzione e una memoria speciale, una volontà tenace confortata da lunga esperienza e assuefazione.

Fin dal primo volume della « Miscellanea » (1759) compaiono lavori di Botanica.

L'Accademia si introduce nella storia della botanica nel periodo in cui i

vegetali non vengono più considerati esclusivamente come materia medica o agraria, ma come corpi naturali e come tali degni di essere studiati. Nel Piemonte chi diede inizio a questa svolta filosofica fu Carlo Allioni (1728-1804), che compare per ordine di tempo al quarto posto tra i membri dell'Accademia. Questo primo lavoro porta il titolo *Fasciculus Stirpium Sardiniae*. Si tratta di un elenco di specie di fanerogame raccolte in Sardegna per opera di Michele Antonio Plaza. L'Allioni impiega ancora una nomenclatura antelinneana, cioè le piante vengono ancora riconosciute con una frase diagnostica. Ad esempio l'*Erica carnea* L. viene dall'Allioni così indicata: « Erica antheris bicornibus, corollis campanulatis, longioribus, foliis quaternis patentissimis, caule subarboreo, tomentoso ». Non è spiegabile perché l'Allioni segua questa metodologia medioevale e non quella estremamente più agile, binomiale, introdotta da Linneo già da alcuni decenni, di cui egli era a perfetta conoscenza. Infatti in questo lavoro l'Allioni cita sovente le « Species plantarum » (1753). Inoltre teneva una assidua corrispondenza con Linneo.

Si tratta della più antica flora della regione di Cagliari.

Anche il sommo medico e Botanico svizzero Alberto Haller (1708-1777) pubblica nel secondo volume (1760) una ricca aggiunta alla sua Flora svizzera, usando anch'egli la nomenclatura antelinneana, fraseologica. Egli dà per ogni singola specie un'ampia descrizione in latino di tutti gli organi della pianta, per cui non si tratta di un lavoro di floristica ma di vera sistematica, facendo conoscere meglio le specie, gli habitat, le località. Lo stesso A. nel vol. 4 (1766), pubblica una corposa aggiunta di graminacee a completamento dell'opera dello Scheuzer. Numerosi erano allora gli AA. stranieri, anche di fama mondiale, che ricorrevano all'Accademia per le loro pubblicazioni di maggior peso. Nello stesso vol. 2 (1760) è pubblicato il primo catalogo di piante coltivate nell'Orto di Torino per opera dell'Allioni. La nomenclatura è linneana, ma segue la classificazione che poi userà nella « Flora Pedemontana ». È una classificazione tutta sua, da nessun altro A. seguita. Mentre Linneo si basava esclusivamente su gli stami e sui pistilli, egli prende in considerazione tutti i caratteri della pianta, corolla, calice, foglie. Tale metodo non segnò un progresso, ma piuttosto un regresso, poiché appesantiva notevolmente il compito del riconoscimento della pianta, senza portare nessun vantaggio alle classificazioni naturali. Da questo catalogo appare evidente che le difficoltà di riconoscere nei nomi linneani le specie delle frasi diagnostiche antecedenti erano enormi e alcune volte l'Allioni non riesce e aggiunge in nota la frase antica.

In questo stesso anno l'Allioni pubblica una flora della Corsica, seguendo la metodologia usata per quella della Sardegna. Quando descrive nuove specie l'attenzione che impiega è enorme. Egli descrive minutamente le radici, il caule, le foglie, i fiori, l'embrione. Viene quindi dato l'habitat e la località. Segue qualche commento storico. Ma l'opera botanica di maggior rilievo (scris-

se pure molto di medicina) fu la « Flora Pedemontana » (1785), in due volumi in folio con 92 tavole. Di questa opera l'Accademia possiede una copia originale colorata (probabilmente oltre a questa ne esiste un'altra di proprietà della Famiglia). A questa nel 1789 fece seguire un *Auctuarium*, ultima sua opera botanica, del tutto introvabile. Sono descritte 2800 specie e più di cinquanta sono nuove. Questa opera fu la base di tutte le flore successive del Piemonte.

L'Allioni, come ho già detto, non accettò il sistema sessuale di Linneo, ma costruì quella sua propria classificazione, basandosi sulla molteplicità dei caratteri concomitanti a precisare i concetti di genere e di specie. Il suo metodo ebbe il merito di indicare che bisognava ritrovare categorie superiori al genere. Purtroppo egli non ebbe l'intuizione di prendere in considerazione i cotiledoni. Il posto dell'Allioni è poi preso dal Dana (1736-1801), che nel 1770 pubblica una estesa monografia su una unica specie di *Solanum*. Egli non si limita a descrivere minutamente la sua pianta, ma completa l'esame con metodologie chimiche, che vedevano appena allora gli albori. Il Dana, probabilmente per primo, mette in evidenza che gli antociani virano al rosso in ambiente acido e al verde (azzurro) in ambiente alcalino. Il Bonvoisin (1790) riconferma questo viraggio per la tintura di malva, che sarà poi sostituita dalla tintura di tornasole. Ma l'opera più significativa pubblicata dall'Accademia (1790) è quella di Jean Senebier di Ginevra (1742-1809). L'autore era già illustre per aver dimostrato nel 1782 che l'aria fissa, cioè la CO_2, è indispensabile alla vita delle piante. Ora suggerisce il fatto più importante del processo fotosintetico, e forse il più importante per tutta la fisiologia non solo vegetale. Egli suggerisce che l'ossigeno svolto dalle foglie, colpite dai raggi del sole, proviene dall'acqua. Questa veduta anticipa di 150 anni la scoperta di Hill (1937). Per un secolo e mezzo fu creduto da tutti i botanici e da tutti i chimici che l'ossigeno espulso derivasse dalla CO_2. Bisognerà arrivare al 1937 perché Hill, nel suo laboratorio di Cambridge, dimostri in modo indiscusso l'affermazione del Senebier, senza esserne a conoscenza. Così si è venuti alla conoscenza che tutto l'ossigeno che si trova nell'aria, e che è la base della respirazione universale, deriva dall'acqua.

La riscoperta di Hill rivoluzionò tutti i concetti che si avevano sulla fotosintesi e aprì la via alle moderne conoscenze. Questo lavoro del Senebier rimarrà un punto fisso nella storia della botanica. Sempre in questo lavoro, il Senebier dimostra ancora che la CO_2 entra nelle cellule sciolta in acqua.

Anche questa dimostrazione fu del tutto negletta e bisogna arrivare al nostro secolo per riscoprirla. Egli ancora per primo sostiene che l'idrogeno si lega al carbonio dell'aria fissa per dare origine ai composti organici.

Così egli per primo, già nel 1790, poteva scrivere l'equazione della fotosintesi: aria fissa (CO_2) + acqua + $\frac{\text{foglie verdi}}{\text{luce}}$ → materia organica + ossigeno.

Sarebbe opportuno che il lavoro venisse ristampato.

Credo che esso sia il lavoro di fisiologia più importante, pubblicato dall'Accademia e finora rimasto ignoto.

Bellardi (1741-1826), allievo dell'Allioni, pubblica numerose aggiunte e rettifiche (1791-1808) alla flora piemontese, seguendo la classificazione di Linneo, non quella del suo maestro. Egli introduce anche numerose crittogame. I suoi lavori sono piuttosto a carattere floristico. Alle speculazioni botaniche non trascurò di accoppiare pratici ragguagli su piante medicinali e industriali. Il suo allievo Cumino, per incitamento del maestro, produrrà una grossa opera sui funghi (1805), però di scarso valore scientifico.

Compare ora in scena un altro allievo di Allioni, il Balbis (1765-1831), famoso per cultura medica, entomologica, botanica, per essere uomo politico, membro di un club massonico di Chambery, per essere francofilo, stimato da Napoleone, vice medico capo dell'armata francese, membro del Governo repubblicano, direttore dell'Orto Botanico, fedele ai princìpi di libertà. Egli nell'anno XII inizia le sue pubblicazioni nell'Accademia e le continuerà fino quando, premuto dalla restaurazione, verrà destituito da professore, condannato, e sarà costretto ad emigrare prima a Pavia e poi a Lione. Pubblica nell'Accademia estesi lavori (anno XII, 1809, 1818), come aggiunte alla « Flora Pedemontana ». La sua opera è essenzialmente tassonomica, accrescendo notevolmente il numero delle specie nuove. Egli si dedicò con grande slancio all'esplorazione floristica del Piemonte e per curiosità ricordo che per primo segnalò la *Pinguicola alpina*, specie tipicamente alpina, nei pressi di Pecetto sulla collina di Torino.

Intanto procediamo in un'altra epoca della Botanica Sistematica. Jussieu era andato oltre il genere e aveva creato le famiglie (1789). Questa classificazione fu ampliata ed estesa da De Candolle (1813). Ma i botanici piemontesi fino al Colla (1833) seguirono quella linneana, tranne Allioni che seguì la sua propria. Il Colla (1766-1848) non era un botanico di professione, ma un avvocato e fu il più competente sistematico dell'epoca (1830-40), non solo per la flora nostrana, ma anche per flore transoceaniche.

Pubblicò numerosi lavori nell'Accademia di cui era membro. Inizia (1820) con una monografia sul genere *Musa*. Riconosce 10 specie, di cui descrive i caratteri morfologici delle foglie, dei frutti, dei semi, e per primo prende in considerazione i vasi legnosi. Ad ogni specie aggiunge un ampio studio storico.

In seguito pubblica (1824-28) quattro aggiunte alla sua monografia « Hortus Ripulensis »; per ogni specie dà i sinonimi, l'habitat, la coltivazione. Descrive molte specie nuove raccolte dal suo amico Bertero nelle Antille e nel Cile. Ma l'opera sua monumentale, stampata completamente dall'Accademia, è la Flora del Cile (1834-36), fondamentale per tale regione, ricca di numerosi rami, dovuti alle figlie Teofila e Clelia. Questa flora al giorno d'oggi è ricercatis-

sima e indispensabile per chi si occupa di flora equatoriale americana. L'erbario che ha servito alla compilazione del libro è custodito all'Orto Botanico ed è stato più volte richiesto da istituzioni del Cile. Nel suo lavoro, il Colla seguì il metodo di Jussieu modificato da De Candolle. Pubblicò pure numerosi altri lavori di sistematica, l'ultimo, quando aveva già superato gli ottanta anni, fu su le *Gesneriaceae* (1848) e non fu inferiore alle altre monografie. Si occupò quasi esclusivamente di piante vascolari.

L'opera sulla Flora del Cile, sarà completata un secolo dopo da Vignolo - Lutati (1955).

Si giunge così all'illustre Accademico Prof. Sen. Moris (1796-1869) che però pubblica poco nell'Accademia. Il lavoro più importante è quello sulle piante della Sardegna (1829), per cui gli viene assegnata una medaglia d'oro e 600 lire di premio. Questo primo lavoro sarà seguito dalla famosa « Flora Sardoa » (1837/59) in 3 vols con 111 tavole bellissime. L'opera era stata preceduta da un manoscritto del Plaza, che vide poi la luce nell'Accademia per opera di Terraciano (1914) e di Mattirolo (1930). A completare la Flora Sardoa seguirono i lavori di Barley, Martelli, Ugolino. Il Moris con il suo allievo De Notaris stese pure la Flora dell'isola Capraia (1839), uscita nelle Memorie.

Di poco anteriore è il Re (1772-1833). Egli pubblica due aggiunte (1820, 1831) alla Flora dell'Allioni, approfondendo scrupolosamente gli esami morfologici. Queste due aggiunte, meglio di ogni altro suo lavoro, danno un'idea delle vaste cognizioni dell'A. e della sua intima conoscenza della vegetazione del Piemonte.

Tutti gli AA. dell'Accademia, finora ricordati, contribuirono alla conoscenza di una imponente massa di entità tassonomiche che furono poi la base di tanti problemi di biologia e di anatomia. Essi davano ampie descrizioni su una molteplicità di esemplari. Oggigiorno invece la specie si basa sui caratteri di un esemplare, considerato il « tipo ».

In tale periodo De Candolle introduce anche la prassi delle monografie di singoli generi e di singole specie o famiglie. Numerosi furono i lavori di questo tipo, pubblicati dall'Accademia dopo il 1835.

Il De Notaris (1805-1877), botanico appassionato, colto, infaticabile, pubblica tre monografie sulle briofite (1836-39) che fecero epoca negli annali della scienza briologica per originalità associata ad un minuto lavoro di analisi. Scrisse inoltre bellissime monografie, sulle alghe e sui funghi (1838-1856), compenetrate da uno spirito di segnalata novità per il profondo studio della organografia di quegli esseri minuti e appena risolvibili con i microscopi di allora. Egli anticipò i metodi di studio per i funghi; ad es. insiste sul fatto che per distinguere i generi e le specie delle Sferiacee, bisogna considerare i caratteri strutturali dei periteci. Da questi lavori si ricava la certezza che egli

per primo presentiva l'importanza dello studio delle crittogame per la parassitologia, l'agricoltura, la patologia. In quel tempo la Crittogamologia, così si chiamava, si presentava alla ricerca come un campo quasi insuperabile. Nel campo dei funghi riformava arditamente la classificazione dei Discomiceti e dei Pirenomiceti, per cui il sommo Fries era costretto a rifare completamente la sua classificazione in « Summa vegetabilium Scandinaviae ». Egli apriva così la via alla « Sylloge Fungorum » del Saccardo. Il De Notaris pubblicò pure nell'Accademia sulla Flora ligure (1844), annoverando 2158 specie. Verso la fine della sua vita, venne nominato senatore.

Egli rimarrà forse il più fulgido botanico italiano.

Un altro grande micologo, di fama mondiale, quasi contemporaneo di De Notaris è il medico milanese Vittadini (1800-1865), che nel 1842 pubblica la prima monografia sulle *Lycoperdaceae*, ma in realtà questo lavoro tratta tutti i Gasteromiceti. È opera completamente originale, e su di essa si sono basati tutti i ricercatori successivi. Questa monografia è ricercatissima e il volume delle memorie che la contiene è esaurito da molto tempo. La monografia porta bellissime figure, disegnate dallo stesso A. Molte specie sono sue e come tali verranno riconosciute dagli AA. successivi. Questo bravissimo micologo aveva già pubblicato in Milano la monografia sulle *Tuberaceae* (1831), anch'essa fondamentale e ricercatissima.

I lavori sui licheni sono molto scarsi nelle pubblicazioni dell'Accademia. Sono però da segnalare quelli del Baglietto (1858) e del Martel.

Anche Meneghini (1811-1889), nel 1842 pubblica nelle memorie una monografia fondamentale sulle alghe del genere *Nostoc*. Fu il primo A. italiano che si sia occupato di queste alghe e il lavoro fu premiato con medaglia d'oro.

Zanardini (1804-1878) pubblica una pregiata monografia sulle Alghe dell'Adriatico (1841).

In quel tempo i migliori botanici accorrevano all'Accademia per pubblicare le loro monografie.

Passiamo ora alla seconda metà del secolo. Il Delponte (1812-1884), uomo eccezionale per bontà, gentilezza, tolleranza, successore del Moris, pubblicò le sue opere principali in questa Accademia, e numerosi lavori di indole pratica negli Annali dell'Accademia di Agricoltura. L'opera sua principale e di risonanza internazionale ha per titolo « Specimen Desmidiacearum subalpinarum » (1874-1877) con 23 tav. Qui riassume l'osservazione assidua e paziente di numerosi anni. Enumera e descrive in ottimo latino 178 specie di cui 80 nuove, ancora al giorno d'oggi quasi tutte valide. L'A. pone già osservazioni ecologiche e mette in evidenza che mentre il lago di Candia è ricchissimo di desmidiacee, quello di Viverone ne è poverissimo. Considera i tegumenti, l'habitat, la propagazione, i vacuoli pulsanti, le zigospore, la germinazione.

Savi Pietro (1811-1871), figlio del famoso Savi Gaetano di Pisa, entrambi

botanici di notevole valore, fu uno dei primi AA. italiani che si occuparono della fecondazione e pubblicò nell'Accademia una poderosa memoria dimostrando, tra i primi, che sono gli insetti che trasportano il polline dalle loggie delle antere allo stimma e che i granuli pollinici qui emettono i tubi pollinici, scoperti qualche anno prima dall'Amici. Si occupò poi della struttura degli stomi (1840) e degli strobili (1841). Un esame assai completo compì su *Biophytum sensitivum* (1861). Si tratta dei primi lavori di anatomia compiuti in Italia.

In questo periodo compare il darwinismo che scuote dalle fondamenta le scienze biologiche e in primo luogo il concetto di specie linneano. Purtroppo i botanici che in qualche modo erano legati all'Accademia non risentirono mai di questa scossa rinnovatrice e per loro rimase la considerazione statica e non cinetica della speciazione.

Intanto, contrariamente al passato, i nostri migliori ricercatori, accorrono alle università germaniche ad apprendere i metodi indispensabili allo svolgimento dei compiti scientifici.

Tra i primi botanici che accorsero in Germania vi fu Giuseppe Gibelli (1831-98). Egli là apprese le tecniche microscopiche e i metodi di studio della biologia, come illustrati da Sachs, De Bary, Hofmeister, Cohn, Strasburger, Pfeffer, Pringhsheim, Scwenderer, Nägeli. Egli trasportò queste conoscenze in Italia e può essere salutato come il padre dei biologi vegetali in Italia. Con lui si passa da una indagine di pura descrizione ad una veramente scientifica con metodi fisiologici e sperimentali. Egli fu veramente un capo-scuola e il periodo 1880-1900 della biologia vegetale in Italia si può intitolare « Periodo Gibelliano ». La sua scoperta principale è quella delle micorrize (1883) che dovranno rivoluzionare tutte le conoscenze sulla nutrizione delle piante. Nell'Accademia pubblicò i magistrali lavori sui Trifogli, nella quale difficile impresa ebbe poi a collaboratore con il suo allievo e collega Belli (1852-1919). L'opera uscì in cinque fascicoli (1887-1892), ed è, senza tema di esagerare un modello di trattazione, mai più eguagliato da nessun altro botanico italiano. Gli AA. esaminarono una immensa copia di materiali, consultarono una letteratura vastissima, si preoccuparono di ricerche di indole anatomica e biologica, scrissero con chiarezza ed eleganza.

In seguito al decesso del Gibelli, l'opera fu completata dal Belli, che pubblicò anche nell'Accademia un prezioso lavoro di anatomia e di embriologia sul caule dei trifogli. Il Belli pubblicò pure, sempre nell'Accademia, sull'intricatissimo genere *Hieracium*.

Questo lavoro, come del resto quelli sui Trifogli, vennero presi in attenta considerazione nel « Pflanzenfamilien » di Engler.

Tutte le sue analisi sistematiche si informano ad un unico principio: quello della realtà della specie in natura. La specie è una realtà assoluta, costituita da tutti i suoi individui esistenti sul globo in un determinato momento. Questa

realtà fu riaffermata da De Vries, citando il Belli. Il Belli non ammetteva un evoluzionismo nella specie.

Tutti gli AA. di cui abbiamo parlato da Allioni al Belli appartengono alla storia della Botanica e quindi sono stati vagliati criticamente. Gli AA. che seguiranno sono ancora sotto il vaglio della storia, specialmente i più vicini a noi. Tutti quegli AA. erano accomunati da un subblime diletto a contemplare e valutare le produzioni della natura ed erano sollecitati dalla nobiltà della loro scienza. Tutti possedevano un'ampia preparazione umanistica che conferiva loro capacità di interpretazioni generali.

Anche Mattirolo (1856-1947) imparò le tecniche biologiche in Germania presso il rinomato De Bary. Stampò presso l'Accademia i suoi migliori lavori di Anatomia microscopica a partire dal 1886. Uno è in collaborazione con l'insigne Buscalioni. Si occupò dei tegumenti dei semi di leguminose e di tiglio. In seguito pubblicò numerosi lavori sui funghi ipogei, da un punto di vista essenzialmente floristico, talora con discussioni sistematiche e descrisse numerose nuove specie. Mattirolo era uno dei più qualificati conoscitori di funghi ipogei di tutto il mondo e allestì il più grande erbario di funghi ipogei, radunando tutti gli autotipi del Vittadini, del Tulasne, del Berkley e di tanti altri specialisti. Diede contributi su numerosi altri gruppi di funghi: Ipocreacee, Pleospora, Monilia, Cyphella, funghi africani. Ma uno dei suoi principali lavori di micologia è sulla produzione di micorrize da parte dei tartufi (1887). Si tratta della prima dimostrazione che i tartufi vivono in stretta relazione con le piante superiori. Mattirolo possedeva una coltura archeologica notevole e pubblicò diversi lavori sui vegetali inerenti a questo argomento, uno dei principali è nell'Accademia. Esso si riferisce a vegetali di tombe egizie. Mattirolo fu anche nominato Senatore.

L'opera micologica è continuata nell'Accademia da Peyronel (1890-1975), che si occupa essenzialmente di biologia micologica, però con ampie trattazioni di sistematica e di floristica. Dopo il Saccardo era il più competente di funghi microscopici in Italia e la sua valentia è dimostrata già nel lavoro giovanile sui Funghi della Val S. Martino pubblicato nelle Memorie nel 1915; però l'opera sua principale è rappresentata dai lavori sulle micorrize.

Gola (1877-1956) pubblica alcuni lavori di fisiologia, di cui il più notevole credo che sia quello sulla respirazione intramolecolare, oggi detta fermentazione. E dimostra, probabilmente per primo, che vi è una induzione alla germinazione attraverso la fermentazione alcoolica.

Dall'opera floristica si passò all'opera fitogeografica. E il Negri (1877-1960) fu il primo vero fitogeografo che abbia avuto l'Accademia. Egli ritenne che la floristica doveva sboccare in una trattazione non soltanto di presenze delle singole entità tassonomiche, ma in leggi di distribuzione e di criteri su antagonismi e su l'influenza dell'ambiente. Egli illustrò queste idee in numerose pubbli-

cazioni. Specialmente ragguardevole credo sia quella sul componente atlantico della Flora Piemontese.

Seguirono numerosi lavori di Cappelletti e della sua scuola.

Essi vertono essenzialmente sulla fisiologia dei tessuti vegetali coltivati in vitro, lavori che hanno carattere prioristico, e sulla immunità nei vegetali. Di interesse fisiologico ed anche pratico è quello su l'accorciamento dei fusti. Notevoli sono i lavori della Colla sulle Laboulbeniali; quelli di mio suocero Scurti sull'analisi fisiologica dei terreni, che in gran parte aveva appreso da Mitscherlich e che egli estese ampiamente per il Piemonte a scopi di produzione agraria. Vi sono poi quelli di mia moglie, scomparsa anzi tempo, sulla fisiopatologia e istopatologia del mal del piombo, sull'attività antibiotica di *Panaeolus* in coltura, sulle proteine separate per via elettroforetica da *Fusarium*, su micotossine di *Penicillium*, sulla psilocibina in funghi italiani. Vi sono quindi alcuni lavori miei e dei miei collaboratori: Bianco, Bellando, Fiussello, Luppi - Mosca, Fontana, Lomagno, Scannerini.

Si tratta di lavori di citologia microscopica ed ultramicroscopica, di biochimica degli acidi nucleici, di nutrizione fosforica, di reazioni proteiche ad infezioni batteriche, di proteine di fagiolo, di flavonoidi, di nutrizione dei funghi, di istologia del callo.

L'Accademia ha lavorato in tutti i tempi nel campo della botanica, dapprima solo in sistematica e floristica, poi in anatomia microscopica e quindi anche in fitogeografia, fisiologia, biochimica, microscopia elettronica. Di certo alcuni lavori rimarranno colonne miliari nella Botanica, indispensabili agli studiosi dell'argomento specifico, come i seguenti:

Senebier, *Mémoire sur les feuilles*, 1790.

Colla, *Plantae rariores in regionibus Chilensibus a cl. Bertero detectae*, 1835-36.

De Notaris, *Micromycetes Italici*, 1841-1857. *Algologia maris Ligustici*, 1842, *Mantissa muscorum*, 1836.

Vittadini, *Monographia Lycoperdineorum*, 1842.

Delponte, *Specimen Desmidiacearum subalpinarum*, 1873-77.

Gibelli e Belli, *Rivista critica e descrittiva delle specie di « Trifolium »*, 1887-92.